Linzer biol. Beitr.	34/2	1545-1626	20.12.2002

Infraciliature de quinze especes de cilies mesopsammiques marins comprenant *Trachelocerca stephani* comb. nova, *T. bodiani* comb. nova, *Tracheloraphis filiformis* spec. nova, *T. exilis* spec. nova, et *Sathrophilus arenicolus* spec. nova.

J. DRAGESCO

Table des Matières

Abstract: Infraciliature of fifteen species of marine mesopsammic ciliates including *Trachelocerca stephani* comb. nova, *T. bodiani* comb. nova, *Tracheloraphis filiformis* spec. nova, *T. exilis* spec. nova and *Sathrophilus arenicolus* spec. nova.

The present work is the last part of an entity that we have devoted to marine mesopsammic ciliates for some 50 years. Fifteen species have been collected in France in Aber de Roscoff (Atlantic coast) or on the sandy beaches of Sète (Mediterranean coast) in order to study their infracilature and to begin to establish their morphometry. Among the nine examined species of trachelocercids, we have defined two new species: *Tracheloraphis filiformis* and *T. exilis*, and two new combinations: *Trachelocerca stephani* (DRAGESCO 1965) and *T. bodiani* (DRAGESCO 1963). New populations of trachelocercids already recently described have allowed interesting comparisons of biometric data. Other species, certain giants (thus difficult to impregnate by the protargol) are the subject of redescriptions and acquisition of morphometric data. We were finally able to collect and describe a small ciliate in the class Philasterida: *Sathrophilus arenicolus* spec. nova, completely unexpected in marine mesopsammic ciliates.

Key words: Marine sandwelling ciliates, infraciliature, new species.

Résumé: Le travail présent est le dernier volet d'un ensemble que nous avons consacré, depuis un demi-siècle, aux ciliés mésopsammiques marins. Quinze espèces ont été recoltées en France dans l'Aber de Roscoff (Atlantique) ou sur les plages abritées de Sète (Méditerranée) dans le but d'étudier leur infraciliature et d'établir un début de morphométrie. Sur les neuf espèces de trachelocercides examinées, nous avons défini deux espèces nouvelles: *Tracheloraphis filiformis* et *T. exilis* et deux nouvelles combinaisons: *Trachelocerca stephani* (DRAGESCO 1965) et *T. bodiani* (DRAGESCO 1963). De nouvelles populations de trachelocercides déjà décrits récemment nous ont permis des comparaisons intéressantes au niveau des données biométriques. D'autres espèces, certaines géantes (donc difficiles à imprégner par le protargol), ont fait l'objet de redescriptions nouvelles et de l'acquisition de données morphométriques. Nous avons pu, finalement, récolter et décrire un petit cilié de l'ordre des Philasterida: *Sathrophilus arenicolus* spec. nova, tout à fait inattendu dans le mésopsammon marin.

Mots clés: ciliés mésopsammiques marins, infraciliature, espèces nouvelles.

Introduction, matériel et techniques

Les ciliés qui font l'objet de cette étude ont été recueillis, soit sur les plages de Sète (Méditerranée), soit dans les sables fins des grèves de Roscoff (Bretagne) durant cinq années (1994 à 1999). Les prélèvements ont été faits, soit sur des plages immergées, protégées (dans la région de Sète), à des profondeurs de 0m10 à 0m60, soit à marée basse (Aber de Roscoff) dans des cuvettes littorales très peu profondes mais souvent assez vastes (et généralement nettement mésosaprobes). Les ciliés récoltés ont fait l'objet d'observations sur le vivant, à l'aide de colorations vitales (bleu brillant de crésyle) ou post vitales (vert de méthyle-pyronine). Des préparations définitives ont été exécutées après fixation (par les fixateurs D_4 et D_1, DRAGESCO 1996) et imprégnation par le protéinate d'argent (protargol), suivant la technique de WILBERT (1975) légèrement modifiée. La fixation est toujours suivie par un blanchissement par l'hypochlorite de sodium (à des concentrations allant de 0,6 à 1,4 %). Les grandes espèces ont été particulièrement diffi-

ciles à imprégner correctement. Les ciliés imprégnés par le protargol ont été mesurés et dessinés à la chambre claire (à des grossissements de 92, 235, 608, 1280 et 2580). Des photographies ont été réalisées dont les négatifs ont été agrandis aux mêmes grandissements que les dessins obtenus à la chambre claire. Deux préparations microscopiques, contenant des néotypes de toutes les espèces décrites dans ce travail, ont été déposées dans la collection de Oberösterreichisches Landesmuseum de Linz (Autriche).

Abréviations utilisées dans les tableaux morphométriques

	French	English
X	moyenne	arithmetic mean
M	médiane	median
E.T.	écart type	standard deviation
E.S.	erreur standard	standard deviation of arithmetic mean
C.V.	coefficient de variation (%)	coefficient of variation (%)
Min.	minimum	minimum
Max.	maximum	maximum
n	nombre de spécimens mesurés	number of investigated specimens

Systématique

Classe Karyorelictea CORLISS 1974

Sous-classe Trachelocercia JANKOWSKI 1980

Ordre Trachelocercida KENT 1881

Famille Trachelocercidae KENT 1881

Genre *Trachelocerca* EHRENBERG 1840

***Trachelocerca stephani* (DRAGESCO 1965) comb. nova (Figures 1-22, Table 1)**
(synonyme: *Tracheloraphis stephani* DRAGESCO 1966)

Cette petite espèce a été observée à Roscoff en août 1999. Elle était assez abondante dans l'Aber, juste en face de l'observatoire océanographique. L'identification des Trachelocercidae est particulièrement difficile car de très nombreuses espèces ont été décrites sommairement. Le morphotype de Roscoff ne correspond réellement à aucune des dizaines d'espèces déjà nommées mais présente quelques points communs avec *Tracheloraphis stephani* DRAGESCO 1965, cilié trouvé sur les plages de sable fin de Port-Etienne (Nouahdibou, Mauritanie). Toutefois l'espèce *stephani* doit être transférée dans le genre *Trachelocerca*, suivant la terminologie actuelle (FOISSNER & DRAGESCO 1996).

Diagnose améliorée: *Trachelocerca* de petite taille (180 µm, après fixation) de forme moyennement allongée, pourvue d'une terminaison caudale arrondie. Cinéties somatiques au nombre de 17. Zone glabre assez large, le plus souvent plus étroite dans la région équatoriale, s'évasant vers l'avant. Fins extrusomes sous-cuticulaires. Quatre macronoyaux et deux micronoyaux.

Redescription: Sur le vivant, *T. stephani* est moins allongée que la plupart des espèces de Trachelocercia mais reste assez fortement contractile (sans forte dissymétrie lors de la

contraction maximale). La cellule est transparente et incolore. De fin extrusomes incolores sous-cuticulaires garnissent les espaces intercinétiques et la zone glabre. La tête est renflée en bulbe. L'endoplasme est assez vacuolaire, chargé en granules réfringents ovoïdes et l'appareil nucléaire est enfermé dans une capsule (rosette) centrale (Fig. 1, 3). L'infraciliature somatique est constituée de cinéties bi-polaires dont la longueur varie; elle se raccourcissent progressivement sur le côté droit dessinant deux zones sécantes prononcées (l'une antérieure et l'autre terminale). La zone glabre est donc de largeur variable, allant de l'espacement de deux cinéties (dans la région équatoriale) jusqu'à atteindre 6 à 7 cinéties dans le tiers antérieur (soit jusqu'à 35 µm). Le nombre de cinéties varie de 16 à 20 sur le tronc (moyenne 17,5, n = 20; coefficient de variation de 6% seulement). Huit à quatorze cinéties atteignent la tête (cinétie circumorale). Il existe deux systèmes sécants, l'un antérieur, l'autre postérieur. La dernière cinétie somatique droite est donc de faible longueur (Fig. 4, 5, 14, 16). Les dicinétides somatiques portent deux cils; leur densité varie avec la région considérée et le degré de contraction de la cellule (de 6 à 12 dicinétides par 10 µm de longueur). La zone glabre mesure de 7 à 10 µm dans la région équatoriale (la valeur de deux cinéties) mais s'élargit beaucoup dans son trajet antérieur, atteignant 30 à 35 µm. Dans la région terminale la zone glabre s'évase moins, atteignant une vingtaine de micromètres. Les dicinétides somatiques sont associées aussi bien à de rubans postciliaires (postciliodesma) qu'à de très puissants myonèmes (Fig. 8). La zone glabre emprisonne les cinéties porteuses de soies, constituées de dicinétides dont seul le cinétosome antérieur est cilifère. L'inversion de polarité (au niveau du corps basal porteur de la soie) a lieu au début du segment antérieur droit (Fig. 6, flèche). La tête est peu différenciée après fixation, et le bourrelet oral est entouré par la cinétie circumorale, constituée de dicinétides (dont seul le cinétosome apical semble cilifère). Nous n'avons pas pu imprégner les némadesmes que devraient porter les cinétosomes basaux péribuccaux. L'appareil nucléaire enfermé dans une capsule (rosette) est constitué de quatre macronoyaux (L = 8µm, l = 6µm) et de deux micronoyaux de 2,2µm de diamètre (moyenne).

Discussion: Le cilié que nous venons de décrire a quelques traits commun avec *Tracheloraphis stephani* DRAGESCO 1965: forme générale du corps (avec terminaison arrondie), nombre de cinéties, largeur de la zone glabre, nombre de macronoyaux et micronoyaux (Fig. 10-13). La forme de la tête semble un peu différente. L'espèce de Port-Etienne ayant été décrite de façon sommaire (ainsi qu'on pouvait le faire en 1965), nous préférons identifier l'espèce de Roscoff à celle de Mauritanie: *Trachelocerca stephani* (DRAGESCO 1965) comb. nova. Quelques autres espèces du genre *Trachelocerca* ressemblent à *T. stephani* par divers caractères. *T. sagitta* a la même longueur, une disposition des cinéties très proche et une capsule nucléaire enfermant le même nombre de noyaux. Mais la zone glabre présente un aspect très différent, le nombre de cinéties n'est que de 13 (contre 17, avec un coefficient de variation de 6%). Enfin chez *T. sagitta* les cinéties porteuses de soies montrent, dans la partie centrale, des dicinétides disposées sur deux rangées superposées. *T. stephani* et *T. sagitta* restent des morphotypes très proches.

Table 1: Morphometric characteristics of *Trachelocerca stephani* DRAGESCO 1966, comb. nova, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	180	175	32,7	8,2	18,2	126	265	17
Body, width	62,7	62	10,4	2,6	16,6	35	83	17
Kineties, number (trunk)	17,5	17	1,0	0,2	*6,0	16	20	20
Kineties, number (head)	10,5	10	2,2	0,7	20	8	14	10
Head, diameter	10,5	10	1,7	0,5	16	7	14	11
Macronuclei, number	4	4	0,7	0,2	16,7	3	5	12
Macronuclei, length	8	8	1,3	0,3	16,8	6	11	20
Macronuclei, width	6	6	1,2	0,3	19,8	4	8	20
Micronuclei, number	2	-	-	-	-	2	2	4
Micronuclei, diameter	2,2	-	-	-	-	1,8	2,4	4
Spacing, between kineties	8,3	8	2,6	0,4	21,7	4	15	37
Glabrous stripe, width	15,6	14,5	7,3	1,6	48,8	7	35	21
Dikinetids, number in 10 µm (body)	12	12	2,9	0,9	24,5	6	15	21

Trachelocerca bodiani (DRAGESCO 1963) comb. nova (Fig. 23-35)

(synonyme: *Tracheloraphis bodiani* DRAGESCO 1963)

Une petite espèce de Trachelocercidae, pourvue d'un faible nombre de cinéties, a été collectée en très petit nombre d'exemplaires dans les sables fin de l'Aber de Roscoff (d'abord en 1994, ensuite en 1999). Elle pourrait être identifiée *à Tracheloraphis bodiani*, que nous avons décrit en 1963, uniquement sur des spécimens imprégnés par le protargol. *T. bodiani* semble avoir été retrouvée par WRIGHT (1983) qui pense que c'est l'une des espèces les plus communes de certains biotopes de Roscoff. L'espèce *bodiani* doit être transférée dans le genre *Trachelocerca* suivant la terminologie actuelle (FOISSNER & DRAGESCO 1996).

Diagnose améliorée: Petite *Trachelocerca* fusiforme ne dépassant pas 400 µm de long sur le vivant (L: 104 à 160 µm après fixation) à région caudale finissant en pointe mousse (ou même un peu arrondie). Zone glabre relativement étroite (13 à 15 µm) légèrement élargie dans la région apicale. Seulement 11 cinéties en moyenne. Les cinéties somatiques droites sont de plus en plus courtes par suite de l'existence de deux systèmes sécants, l'un antérieur, l'autre postérieur. Appareil nucléaire constitué de quatre à cinq macronoyaux et un seul micronoyau.

Description: sur le vivant *T. bodiani* est d'observation difficile car la cellule est petite et transparente, assez contractile (la contraction maximale n'entraîne pas une forte dissymétrie du corps) (Fig. 23). La tête est peu différenciée. Nous n'avons pas pu observer d'extrusomes sous-cuticulaires. L'endoplasme est chargé en granules réfringents ovoïdes et l'appareil nucléaire est perceptible, "in vivo", enfermé dans une capsule centrale. L'imprégnation par le protargol met en évidence 10 à 12 cinéties somatiques bi-polaires (moyenne: 11, n = 7) constituées de dicinétides ciliées. La zone glabre est de largeur variable et s'évase dans la région antérieure. Elle est bordée par les cinéties à soies dont un seul cinétosome est cilié (l'inversion de polarité, au niveau du corps basal porteur de soie, a lieu au départ de la cinétie droite, presque apicalement). Les dicinétides somatiques sont bordées, du côté droit, par de puissants rubans postciliaires (postciliodesma). Il

existe certainement des myonèmes mais nous n'avons pas pu les imprégner. L'infraciliature buccale est représentée par la cinétie circumorale, qui est constituée de dicinétides espacées dont seul le cinétosome antérieur porte d'assez longs cils péribuccaux (mais nous n'avons pas pu imprégner des némadesmes, communs chez la plupart des Trachelocercides). L'appareil nucléaire, enfermé dans une capsule (rosette), est constituée de quatre à six macronoyaux et un seul micronoyau (Fig. 30). Ces observations ont été faites sur seulement cinq à neuf spécimens, plus ou moins correctement imprégnés. C'est pourquoi il n'a pas été possible de procéder à une morphométrie statistique. Nous ne pouvons donc pas prétendre présenter des données morphométriques de cette espèce sinon quelques données numériques: longueur: 104 à 160 µm (moyenne: 135), largeur: 30 à 60 µm (moyenne: 40) nombre de cinéties = 10 à 12 (moyenne: 11), diamètre de la tête: 6 à 9 µm (moyenne: 7,5), nombre de macronuclei: 4 à 5 (moyenne: 5), nombre de micronuclei: 1 (de 2,5 µm de diamètre), largeur de la zone glabre: 13 à 15 (moyenne: 14).

Discussion: Il est possible que la petite *Trachelocerca* de Roscoff soit distincte *de T. bodiani* qui finalement a été décrite de façon sommaire, aussi bien par DRAGESCO (1963) que par WRIGHT (1985), d'autant plus que nous n'avions pas pu observer le cilié sur le vivant en 1963. La figure d'alors (Fig. 34) montre un cilié plus élancé à terminaison caudale nettement pointue. L'image de 1963 garde, pourtant, un intérêt historique car c'était pour la première fois que nous avions pu imprégner l'infraciliature d'une Trachelocercidae, notamment le ruban des fibres postciliaires. La figure de WRIGHT ressemble d'avantage au cilié que nous venons de décrire malgré sa terminaison caudale pointue. Les données morphométriques de WRIGHT correspondent toutefois assez bien aux notres (longueur, après fixation: 80 µm, 11 cinéties, zone glabre large de deux cinéties, six macronoyaux). Malgré ce doute, nous préférons identifier cette petite espèce de Roscoff à *Trachelocera bodiani* nov. comb. afin de ne pas créer de nouveaux noms dans une famille qui en compte déjà beaucoup trop.

Trachelocerca incaudata KAHL 1933 (Figures 36-51, Tables 2, 3)

Cette grande espèce commune a été redécrite par FOISSNER (1997). Elle avait été l'une des premières Trachelocercidae décrites par KAHL et autres auteurs. Nous l'avons retrouvée en grande quantité en août 1999 dans le sable fin de l'Aber de Roscoff. Elle a été difficile à étudier à cause de sa fragilité et de sa contractibilité. Nous avons pu disposer, toutefois, d'un assez grand nombre d'individus pour l'étude de la morphométrie (n allant de 15 à 55) ce qui nous a permis de pouvoir comparer nos données avec celles publiées par FOISSNER (1997).

T. incaudata est l'une des rares espèces assez facilement identifiable sur le vivant: c'est une grande cellule fusiforme longue de 1000 à 2000 µm en pleine extension. Quoique transparent, le cilié présente une apparence laiteuse très caractéristique. Sa contractibilité est extrême pouvant transformer, en une fraction de seconde, le fuseau en un petit tonneau. Sur le vivant, on observe aussi une grande vacuole terminale. La zone glabre est très étroite (deux cinéties). La tête est peu différenciée. De petits extrusomes garnissent les espaces intercinétiques (Fig. 36-39). L'infraciliature somatique et buccale a été admirablement étudiée par FOISSNER, nous n'avons rien à ajouter et nous renvoyons le lecteur à nos Fig. 41-44, à comparer à celles de l'auteur autrichien. *T. incaudata* se caractérise surtout par la présence de très puissants myonèmes (Fig. 45, 46) qui apparaissent souvent sous forme de rubans tortueux d'épaisseur variable. Le détail de l'infraciliature somatique

montre clairement (Fig. 46) la coexistence de dicinétides ciliées réunies par des fibrilles cinétodesmales et flanquées à gauche par un puissant myonème et à droite par les fibres postciliaires (postciliodesma). Nos observations de 1999 concordent très bien avec celles de FOISSNER de 1994 (publiées en 1997). Il existe toutefois une divergence. FOISSNER écrit que *T. incaudata* mesure de 400 à 1000 µm de long, sur le vivant, et 270 à 900 µm après fixation et imprégnation par le protargol. Ceci nous semble absolument impossible car lors da sa contraction, le cilié diminue sa longueur jusqu'à 70%. Les. *T. incaudata* sont donc forcément beaucoup plus grandes en pleine extension, atteignant et dépassant 2000 µm. Le lecteur pourra comparer les données morphométriques concernant les populations de *T. incaudata* mesurées en 1994 et 1999. La correspondance des moyennes est excellente ainsi que le montre la Table n° 3. Il semblerait pourtant que les spécimens de 1999 étaient légèrement plus petits que ceux de 1994 (l'espèce montre toutefois une variation de longueur qui peut atteindre 1:5, lorsqu'on mesure un nombre suffisant de cellules, n = 55). FOISSNER (1997) a analysé les nombreuses anciennes observations concernant *T. incaudata* et a publié les figures les plus représentatives. Il nous semble évident que la plupart des auteurs ont identifié à *T. incaudata* une autre espèce de Trachelocercidae (c'est le cas de CZAPIK & JORDAN 1976, de RAIKOV & KOVALEVA 1968, et WRIGHT 1981). Les figures de KAHL (1933, 1935) et KISSELBACH (1930) semblent pouvoir correspondre aux observations modernes. Les figures de DRAGESCO (1960) présentent une variante un peu petite (400 à 650 µm sur le vivant) à zone glabre un peu large. De plus, les tricoystes péribuccaux figurés par DRAGESCO n'ont pas été confirmés ultérieurement.

Table 2: Morphometric characteristics of *Trachelocerca incaudata* KAHL, 1933, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	340	300	122,4	16,7	36	170	760	55
Body, width	87	90	31,5	4,3	36	45	175	55
Kineties, number (trunk)	33	33	3,1	0,4	9,3	28	38	48
Kineties, number (head)	16,8	17	2,4	0,5	14,5	13	23	23
Head, diameter	19,6	18,5	4,7	1,1	24	13	31	20
Distance between apex and nuclear rosette	219,6	206	63,2	16,9	28,8	130	350	15
Rosette, length	17,8	17	3,1	1,0	17,3	14	25	10
Rosette, width	13,3	13	1,5	0,5	11,2	11	16	10
Macronuclei, number	9,4	10	1,9	0,5	20,7	6	14	23
Macronuclei, length	7,3	7,5	1,4	0,2	19,8	4	10,2	33
Macronuclei, width	5,5	5,5	1,5	0,3	27,8	2,5	9,5	33
Micronuclei, number	3	-	-	-	-	2	4	5
Micronuclei, diameter	3,6	-	-	-	-	2	5	5
Dikinetids, number in 10 µm (trunk)	10,4	9,7	2,2	0,6	21	8	15	14

Table 3: Comparison of morphometric characters of *Trachelocerca incaudata* of two different populations.

	Body length	Body width	Kineties number (trunk)	Kineties number (head)	Head diameter	Macronuclei number	Dikinetids number in 10 µm
FOISSNER 1997	495	85,9	32,1	15,5	22,7	7,8	-
DRAGESCO (present work)	346	87	33	16,8	19,6	9,4	11,3

Trachelocerca ditis (WRIGHT 1982) FOISSNER & DRAGESCO 1996 (Fig. 52-59, 70-71, Tables 4, 5)

Cette espèce a été redécrite, par le détail, par FOISSNER & DRAGESCO (1996). L'identification a été difficile à établir. Nous renvoyons donc le lecteur à la discussion de 1996. Nous avions conclu: "thus, we decided – instead of making a new species – to fill one of the names with a more precise content, viz *Tracheloraphis ditis* for which WRIGHT (1980) provided some poor illustration for prepared material". Quoique la trop courte description de WRIGHT correspond assez bien aux caractères de l'espèce de Roscoff (1996), il existe une différence importante: le nombre de cinéties somatiques est de seulement 18 à 22 tandis que la *Trachelocerca* de Roscoff compte au moins 24 (moyenne: 28). Aujourd'hui l'auteur de ces lignes doute fortement quant à l'identification de 1996. Mais peu importe, finalement. Désormais *T. ditis* est bien connue par le détail de son infraciliature et de sa morphométrie. L'espèce ne possédant pas de structure en brosse, il a été nécessaire de la transférer dans le genre *Trachelocerca*.

Table 4: Morphometric characteristics of *Trachelocerca ditis* (WRIGHT, 1982) FOISSNER & DRAGESCO, 1996, measurements in µm

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	437	455	107,9	31,2	24,7	270	670	13
Body, width	90	90	22,2	6,4	24,8	50	120	13
Kineties, number (trunk)	30	30	2,8	0,6	9,5	24	34	24
Kineties, number (head)	15,6	15	1,6	0,4	10	13	18	15
Head, diameter	20,8	19	5,4	1,6	25,7	14	30	12
Macronuclei, number	4,2	4	0,7	0,2	17,9	3	6	17
Macronuclei, length	7,9	8	2,2	0,5	28,1	4	12	21
Macronuclei, width	6,3	6,2	1,7	0,4	26,5	3	10	18
Micronuclei, number	2	-	-	-	-	2	2	6
Micronuclei, diameter	2,2	-	-	-	-	2	2,5	6
Dikinetids number in 10 µm (trunk)	11,3	11	2,4	0,8	21,3	7	16	11

La description de FOISSNER et DRAGESCO étant très complète, nous n'y revenons pas dans le détail. Nous avons retrouvé *T. ditis* dans les sables de l'Aber de Roscoff en août 1999. La population que nous avons étudiée reste très proche de celle de 1994. Les figures 52 à 59 et 71 à 72 peuvent être utilement comparées à celles publiées antérieurement. De nouvelles données morphométriques ont été aussi obtenues (Table 4). La correspondance

avec les données publiées est très bonne. Seule la longueur des spécimens de 1999 était légèrement plus grande.

Nous avons eu déjà l'occasion de comparer les données morphométriques obtenues sur diverses populations d'une même espèce de Trachelocercidae (DRAGESCO 1999) et nous avons toujours pu constater une très bonne concordance des éléments biométriques (dont l'intérêt est désormais justifié). Lorsqu'il y a quelque variation, elle porte généralement sur les dimensions, après fixation, ce qui peut traduire, tout simplement, une contractibilité différente liée au mode de fixation.

T. ditis, même si elle ne correspond pas très bien à l'espèce de WRIGHT, est désormais une espèce bien connue, d'autant plus que deux populations différentes ont pu être comparées.

Table 5: Comparison of morphometric characters of *Trachelocerca ditis* of two different populations.

	Body length	Body width	Kineties number (trunk)	Kineties number (head)	Head diameter	Macro nuclei number	Dikinetids number in 10 µm
FOISSNER & DRAGESCO 1996	351	82	28,1	13,1	20,3	4	10,9
DRAGESCO (present work)	437	90	30	15,6	20,8	4	11,3

***Trachelocerca sagitta* (MÜLLER 1786) EHRENBERG 1840 (Fig. 60-69, 72-73, Tables 6, 7)**

Cette espèce type du genre, a été décrite, en détail, par FOISSNER & DRAGESCO (1996). Une fois de plus, l'identification de l'espèce a été difficile car la description de MÜLLER (1786) n'avait pas été signalée par KAHL (1927, 1930) et DRAGESCO (1960). Cette identification a été d'autant plus difficile que l'espèce étudiée à Roscoff en 1994 présente des points communs avec *Tracheloraphis striatus* RAIKOV 1962 et *Trachelorophis conformis* WRIGHT 1981. Nous pouvons toutefois considérer que l'espèce *T. sagitta* est désormais bien définie. Nous avons trouvé, dans l'Aber de Roscoff en 1999, une population présentant des différences avec celle de 1994. Sur la vivant, *T. sagitta* nous a semblé sensiblement plus large dans son tiers postérieur, finissant en pointe mousse ou franchement arrondie tandis que les figures 1, 2, 3, 4, 5, 10 et 15 de 1996 montrent une pointe terminale aigüe quoique variable, en contradiction avec les figures 16, 20, 22, et 23. La figure de MÜLLER (1786) montre une région terminale très longue et pointue, très différente de l'espèce de 1994 et de celle de 1999. Une incertitude existe encore à ce niveau (encore qu'on puisse se demander quel degré de confiance on peut accorder à une observation de 1786 !).

Les dimensions de *T. sagitta* observées en 1999, restent tout à fait dans la norme: moins de 1000 µm "in vivo", l'espèce est assez fortement contractile (longueur de 127 à 270 µm, après fixation). Le nombre de cinéties somatiques bi-polaires est de 12 à 13 sur le tronc et de 7 à 10 sur le cou. La table ci-dessous permet de comparer les données morphométriques des deux populations. Les cinéties somatiques gauches se raccourcissent à mesure qu'elles approchent la zone glabre (deux zones sécantes sont visibles, l'antérieure est plus importante). La zone glabre nous a paru nettement plus grande qu'en 1994 mais toutefois en bon accord avec la photographie n° 17 de la publication de 1996. Les imprégnations de 1999 nous ont montré que, sur la branche droite de la cinétie à soies, les

dicinétides sont disposées sur deux rangées superposées (Fig. 68). Nous n'insistons pas sur les détails de l'infraciliature somatique et buccale de *T. sagitta* de 1999; le lecteur pourra consulter les figures 65 à 68 et 72 à 73. L'examen attentif de toutes les figures publiées par FOISSNER & DRAGESCO (1996) montre un mélange de caractères, certaines correspondant bien à celles que nous publions ce jour, d'autres s'en écartant. Les différences sont parfois trop importantes pour qu'on puisse les mettre sur le compte de la variabilité intraspécifique. Un réel problème est posé par la terminaison caudale des figures de 1996, qui peut être aussi bien pointue que doucement arrondie. Les données biométriques montrent des valeurs tout à fait comparables; les populations de 1994 et 1999 restent très proches.

Table 6: Morphometric characteristics of *Trachelocerca sagitta* (MÜLLER 1786) EHRENBERG 1840, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	186,6	180	48,6	1,3	26	127	270	15
Body, width	42,6	40	9,8	2,6	23	25	65	15
Kineties, number (trunk)	12,9	13	1,1	0,3	8,4	1,0	14	18
Kineties, number (head)	8,5	9	1,0	0,3	11,4	7	10	10
Head, diameter	9,4	9	2,2	0,7	23	7	13	10
Rosette, length	12,5	12	1,7	0,6	13,7	10	15	10
Rosette, width	11,4	12	1,8	0,6	15,5	9	14	10
Macronuclei, number	4	4	-	-	-	4	4	12
Macronuclei, length	7,8	8	1,3	0,4	16,8	6	10	10
Macronuclei, width	6,6	7	1,3	0,4	20,4	4	8	10
Dikinetids number in 10 µm (trunk)	9,5	9	2,1	0,6	22,6	7	13	12

Table 7: Comparison of morphometric characters of *Trachelocerca sagitta* of two different populations.

	Body length	Body width	Kineties number (trunk)	Kineties number (head)	Head diameter	Macronuclei number	Dikinetids number in 10 µm
FOISSNER & DRAGESCO 1996	221	52	12,5	7,7	14,4	4	11,5
DRAGESCO (present work)	187	42,6	12,9	8,5	9,4	4	9,5

Genre *Tracheloraphis* DRAGESCO 1960

Tracheloraphis filiformis spec. nova (Fig. 74-93, Table 8)

C'est en août 1999 que nous avons récolté, pour la première fois dans l'Aber de Roscoff, un *Tracheloraphis* particulier, abondant et facile à identifier, même sous le binoculaire stéréoscopique. Nous avons pu l'observer durant trois semaines, souvent en grande quantité. Toutefois sa fixation et son imprégnation se sont avérées difficiles. Pour l'étude des structures argyrophiles nous avons disposé de 20 à 40 spécimens (mais seulement de quelques uns pour l'étude des structures en brosse et des micronuclei).

Diagnose: *Tracheloraphis filiformis* est le plus allongé de tous les Trachelocercidae

(Fig. 74). Longueur "in vivo": plus de 2000 µm, et, après fixation de 220 à 1068 µm. Quoique contractile, *T. filiformis* garde, même après fixation, une région caudale longue et effilée (sans aucun retournement latéral) et un cou tout aussi fin et allongé. La tête est anormalement petite et de structure simple. Le corps est légèrement aplati. De 18 à 23 cinéties (moyenne: 20): Zone glabre étroite, très puissants myonèmes. Deux structures en brosse (rarement trois). Capsule (rosette) nucléaire contenant quatre macronoyaux et deux micronoyaux.

Etymologie: filiformis se réfère à sa forme extrêmement élancée avec des extrémités très effilées (de filum: fil et forma: forme).

Description: Sur le vivant, le cilié est très transparent (nous n'avons pas pu déceler des extrusomes corticaux). Il se contracte, de façon symétrique, la zone centrale se raccourcissant beaucoup plus que les extrémités. La rosette nucléaire est transparente et les noyaux sont difficilement visibles. L'endoplasme est rempli de granules légèrement réfringents, quelques inclusions sombres, souvent des péridiniens ingérés (Fig. 74 à 78). L'infraciliature somatique est constituée de 18 à 23 cinéties bi-polaires (moyenne 20, n = 40, C.V.: seulement 7%). Toutes les dicinétides sont ciliées et réunies par des cinétodesmes (Fig. 86). Les rangées de dicinétides sont bordées du côté gauche par de très forts myonèmes (Fig. 82) d'épaisseur variable et du côté droit par les fibres postciliaires (postciliodesma). La zone glabre est particulièrement étroite et bordée par les dicinétides à soies (l'inversion de polarité du cinétosome sétifère a lieu dans la région antérieure de la cinétie droite). La tête est petite (diamètre: 13,5 µm, n = 27) et peu différenciée. La cinétie circumorale est constituée aussi de dicinétides et dessine une boucle au niveau de la zone glabre (Fig. 83-85). Les structures en brosse sont constituées de deux courtes cinéties disposées obliquement dans une légère dépression (de six à dix dicinétides pour la brosse la plus basse et trois à cinq pour la brosse haute). Sur un spécimen nous avons pu observer une brosse constituée de trois cinéties pourvues de six, trois et sept dicinétides ciliées. Nous n'avons pas pu imprégner les némadesmes issus des diverses structures infraciliaires, si fréquents chez la plupart des Trachelocercides. L'appareil nucléaire enfermé dans une capsule (rosette) est constitué par quatre macronoyaux (de 7 µm de long sur 4,9 µm de large, n = 24) et de un à trois micronoyaux (de 2µm de diamètre) (Fig. 87-89). Le lecteur pourra consulter la Table n° 8 pour des données morphométriques supplémentaires.

Discussion: On pourrait s'étonner de nous voir créer une nouvelle espèce de *Tracheloraphis* lorsqu'il existe un si grand nombre d'espèces déjà nommées. D'autant plus que la valeur taxonomique des caractères morphologiques ou morphométriques des Trachelocercides n'est qu'ébauchée (DRAGESCO 1999). FOISSNER & DRAGESCO (1996) ont décidé de faire l'impossible pour tenter d'identifier toute Trachelocercide redécrite avec des méthodes modernes à l'une des espèces déjà existantes. Bien souvent, nous avons du nous contenter d'identifications peu satisfaisantes dans le simple but de ne pas créer inutilement de nouvelles espèces. Dans le cas de *T. filiformis*, nous avons du renoncer à toute identification avec l'une ou l'autre des espèces existantes. *T. gracilis* DRAGESCO 1960 est aussi une espèce très allongée et fine mais moins que *T. filiformis*. *T. gracilis* présente aussi une zone glabre large et une terminaison caudale arrondie. *T. longicollis* (DRAGESCO 1960) FOISSNER & DRAGESCO 1996 est aussi très allongée, pourvue d'une tête peu apparente et d'une région caudale pointue mais elle est deux fois plus petite, présente une zone glabre très large et un faible nombre de cinéties. Finalement, *T.*

filiformis est la seule Trachelocercide à corps réellement filiforme, de grande taille et pourvue de régions apicales et terminales très allongées et peu contractiles. C'est l'une des rares espèces facilement reconnaissable sous le microscope stéréoscopique binoculaire.

Table 8: Morphometric characteristics of *Tracheloraphis filiformis* spec. nova, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	612	590	167,1	23,4	27,3	220	1060	52
Body, width	55,4	55	18,6	2,6	33,5	28	115	52
Kineties, number (body)	20,3	20	1,5	0,2	*7,5	18	23	42
Kineties, number (head)	9,5	10	1,2	0,4	12,4	8	11	10
Head, diameter	13,8	15	29	0,6	21,1	9	18	27
Distance between apex and nuclear rosette	364,4	350	94	20	25,8	240	630	23
Nuclear rosette, length	16,9	15,5	4,2	1,4	24,7	12	25	10
Nuclear rosette, width	10,6	10	1,2	0,4	10,9	9	13	10
Macronuclei, number	4,4	4	0,9	0,3	21,3	3	6	14
Macronuclei, length	7	7	1,9	0,4	27	5	12	24
Macronuclei, width	4,9	5	0,7	0,15	15	3,8	7	24
Spacing between kineties	7	7	1,4	0,4	19,5	5	9	12
Dikinetids, number in 10 µm	7,5	8	2,3	0,7	30,2	4	11	10
Micronuclei, number	2	-	-	-	-	1	3	5
Micronuclei, diameter	2	-	-	-	-	1,7	2,6	5
Brosse n° 1, dikinetids number	8	-	-	-	-	6	10	4
Brosse n° 2, dikinetids number	4	-	-	-	-	3	5	4

***Tracheloraphis exilis* spec. nova (Fig. 94-112, Table 9)**

Dans les mêmes sables marins de Roscoff, nous avons pu observer en août 1999 une autre *Tracheloraphis* très semblable au *T. filiformis*. Ces deux espèces voisines se distinguent facilement sous le microscope binoculaire stéréoscopique. *T. exilis* est plus aplatie (Fig. 94) sa terminaison caudale pointue, moins allongée, sa tête plus large et plus différenciée. Nous la considérons donc comme étant un morphotype nettement différent de *T. filiformis.* Moins abondante que *T. filiformis,* la nouvelle espèce a pu être étudiée sur 20 à 45 spécimens imprégnés par le protargol (la cellule n'est pas facile à imprégner).

Diagnose: Grand Tracheloceridae très allongé, long de 2000 à 2500 µm sur le vivant (longueur moyenne: 520 µm, largeur: 72 µm sur cellules imprégnées). Corps assez aplati. Terminaison caudale pointue, cou fin, tête en forme de bulbe. Ciliature constituée de 24 cinéties (n = 40, C.V.: 6,9% !). Zone glabre étroite (env. 13,5 µm). Cinéties de la région droite de longueur inégale par suite de l'existence de deux zones sécantes. Cinétie circumorale à boucle. Présence de deux structures en brosse. Appareil nucléaire constitué d'une capsule renfermant de quatre à dix macronoyaux et deux micronoyaux.

Ethymologie: exilis se réfère à la forme allongée et fine de la cellule (du latin exilis: qui a une taille fine).

Description: Sur le vivant, le cilié est très transparent et nous a semblé dépourvu d'ex-

trusomes ectoplasmiques. Capable d'assez forte contraction, plutôt symétrique. Endoplasme chargé en granules réfringents ovalaires. Très mobile et rapide dans ses mouvements. Capsule nucléaire centrale bien visible. Fréquents ingesta, constitués par des péridiniens et des diatomées. L'infraciliature somatique est constituée de 22 à 28 cinéties bi-polaires (24 en moyenne, n = 40). Le nombre de cinéties est peu variable car le coefficient de variation n'est que de 6,9 %. Les dicinétides somatiques sont ciliées et réunies par des cinétodesmes. Elles sont bordées par des myonèmes très épais, s'imprégnant plus fortement que les fibres postciliaires (postciliodesma) (Fig. 105, 106). La zone glabre est étroite et de largeur régulière (de 11 à 16 µm). Elle est bordée par les cinéties à soies constituées de dicinétides disposées en une seule rangée (Fig. 104). L'inversion de polarité habituelle a lieu sur la branche droite de la cinétie à soies, dans sa partie antérieure à des niveaux variables d'un individu à un autre. La tête est assez large (18,5 µm en moyenne) et la cinétie circumorale constituée de dicinétides dessine la boucle caractéristique (chez les *Tracheloraphis*). Les structures en brosse sont constituées de deux courtes cinéties disposées obliquement dans une légère dépression. Elles sont constituées par sept à dix et quatre à six dicinétides dont seul le cinétosome antérieur est cilifère. L'appareil nucléaire est disposé dans une capsule (rosette) et contient de quatre à dix macronoyaux (moyenne: 7, n = 15) de 7,5 µm de long sur 5,6 µm de large et deux micronoyaux de 2,2 à 3,5 µm de diamètre.

Table 9: Morphometric characteristics of *Tracheloraphis exilis* spec. nova, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	522	510	122,7	18,5	23,5	280	845	45
Body, width	71,8	72	16,4	2,6	22,8	40	110	39
Kineties, number (body)	24	24	1,7	0,3	*6,9	22	28	40
Kineties, number (head)	9,7	10	1,2	0,3	12,5	8	13	17
Head, diameter	18,5	18	3,6	0,9	19,7	14	28	18
Distance between apex and nuclear rosette	292	275	74,1	17	25,4	175	470	20
Nuclear rosette, length	20,4	20	3,4	1,0	16,5	15	25	11
Nuclear rosette, width	12,4	12	1,8	0,6	14,5	10	15	11
Macronuclei, number	6,8	6	1,8	0,5	26,7	4	10	15
Macronuclei, length	7,6	8	1,2	0,2	15,8	5	10	25
Macronuclei, width	5,6	5,5	0,6	0,1	11,6	5	7	25
Glabrous stripe, width	13,5	13	1,6	0,5	11,7	11	16	10
Spacing, between kineties	8,2	8	1,7	0,5	21,3	5	11	12
Dikinetids, number in 10 µm	10,5	10	2,3	0,6	21,6	7	14	13
Micronuclei, number	2	-	-	-	-	2	2	5
Micronuclei, diameter	2,8	-	-	-	-	2,2	3,5	5
Brosse n° 1, dikinetids number	8	-	-	-	-	7	10	6
Brosse n° 2, dikinetids number	5	-	-	-	-	4	6	6

Discussion: Certains de nos lecteurs penseront peut être que *T. exilis* n'est qu'une variété de *T. filiformis*. Les deux espèces se ressemblent certes, mais les différences sont

nombreuses: *T. exilis* a une forme moins allongée et plus large (avec un plus fort aplatissement du corps). Sa tête est sensiblement plus grande et plus renflée. Le nombre de cinéties est plus grand: 24 contre 20. La différence peut paraître peu significative mais le coefficient de variabilité n'est que de 6,9% et 7,4%, c'est-à-dire de une à deux cinéties). Le nombre moyen de macronoyaux est de quatre pour *T. filiformis* et de sept pour *T. exilis* (n = 14-15). Il s'agit donc, à notre avis, de deux morphotypes assez proches mais faciles à différencier, même sous le binoculaire ou, après fixation, au microscope à faible grossissement. *T. exilis* ressemble aussi à *T. gracilis* DRAGESCO 1960, et à *T. longicollis* (DRAGESCO 1960) FOISSNER et DRAGESCO 1996 mais elle en diffère par divers points(voir à ce sujet, notre discussion concernant *T. filiformis*).

Tracheloraphis serratus RAIKOV & KOVALEVA 1968 (Fig. 113-139, Table 10)

Dans les sables fins de l'Aber de Roscoff, nous avons collecté en août 1999, quelques individus d'une assez grande espèce de *Tracheloraphis*. Son imprégnation par le protargol n'a pas été aisée, et nous n'avons pu disposer que de sept à dix individus correctement imprégnés. Comme toujours, l'identification de cette espèce a été difficile. Nous avons fini par conclure qu'il s'agit de *Tracheloraphis serratus* RAIKOV & KOVALEVA 1968, malgré quelques divergences entre nos observations et celles de nos prédécesseurs.

Table 10: Morphometric characteristics of *Tracheloraphis serratus* RAIKOV & KOVALEVA, 1968, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	637	650	175,2	58,4	27,5	450	800	10
Body, width	77,2	75	14,5	4,8	18,7	55	101	10
Kineties, number (trunk)	42	40	5,8	1,9	13,8	32	50	10
Kineties, number (head)	18,8	19	1,0	0,3	*5,5	17	20	10
Head, diameter	26	25	4,8	1,6	18,3	18	33	10
Nuclear rosette, length	25	24	5,4	1,8	21,5	19	34	10
Nuclear rosette, width	18	17	3,6	1,2	20	13	25	10
Macronuclei, number	8	8	1,0	0,3	13	6	10	10
Macronuclei, length	7	7	0,6	0,2	8,6	6,5	8,5	10
Macronuclei, width	5,5	5	1,0	0,3	17,6	4	7	10
Micronuclei, number	2	-	-	-	-	2	2	7
Micronuclei, diameter	3,2	-	-	-	-	2,7	3,8	7
Glabrous stripe, width	8,4	9	1,0	0,3	12,6	6	9	10
Spacing between kineties	3,5	3,4	0,5	0,2	14,6	3	4,5	10
Dikinetids, number in 10 µm (body)	9,5	9,2	1,5	0,5	16,9	7	12	10
Dikinetids, number in 10 µm (head)	6,5	6,4	1,0	0,3	15,9	5,5	9	10
Brosse n° 1, dikinetids number	16	-	-	-	-	14	18	4
Brosse n° 2, dikinetids number	12	-	-	-	-	12	13	3

Redescription: *T. serratus* est un cilié de grande taille (longueur jusqu'à 2500 µm sur le vivant; 450 à 800 µm après fixation) et d'allure massive (largeur 55 à 101 µm, après fixation). La contractibilité de la cellule est moins forte que chez d'autres espèces (rac-

courcissement à 1/2 ou 1/3 de la longueur maximale). La tête n'est pas très différenciée et montre sur le vivant une lèvre, se découpant sur le bourrelet buccal du côté gauche du corps (Fig. 115). La région terminale finit en pointe assez fine, légèrement recourbée. La région glabre est étroite (égale à environ trois cinéties). L'ensemble de l'ectoplasme montre des extrusomes sous cuticulaires, le plus souvent réunis en amas réguliers (fort bien représentés par RAIKOV & KOVALEVA 1968). L'appareil nucléaire est enfermé dans une capsule centrale d'assez fort volume. L'endoplasme est riche en inclusions, sa couleur est brunâtre. Après fixation et imprégnation par le protargol, la forme des ciliés se modifie légèrement, les cellules se recourbant en forme de banane (la zone glabre, dépourvue de myonèmes souligne la courbe extérieure) (Fig. 117).

L'infraciliature somatique est constituée par 32 à 50 cinéties bi-polaires (moyenne 42, n = 10) dans la région équatoriale et seulement 17 à 20 au niveau du cou (moyenne: 19, n = 10). Les cinéties somatiques latérales droites sont de longueur inégale par suite de la présence d'une importante zone sécante antérieure. Les cinéties somatiques sont constituées de dicinétides ciliées très denses (10 pour 10 µm en moyenne) bordées à gauche par des myonèmes et à droite par les fibres postciliaires (postciliodesma) (Fig. 118). Les dicinétides sont reliées par des fins cinétodesmes. La zone glabre étroite est bordée par les cinéties à soies constituées de dicinétides dont un seul cinétosome porte une soie: l'antérieur sur la cinétie gauche, le postérieur sur la cinétie droite. L'espacement entre les cinéties somatiques et de 3 à 4,5 µm. L'infraciliature buccale est constituée par la cinétie circumorale qui forme une boucle à la droite de l'encoche du bourrelet péribuccal. Les dicinétides péribuccales portent une assez long cil et donnent naissance à de fins némadesmes. Dans la dépression constituée par l'encoche du bourrelet péribuccal, on observe deux structures en brosse. Elles sont constituées de dicinétides (14 à 18 pour la brosse n° 1 la plus basse, et de 12 à 13 pour la cinétie n° 2 qui la surmonte) dont le cinétosome inférieur porte de longs et fins némadesmes. Des némadesmes organisés en faisceaux s'observent au niveau des dicinétides apicales des cinéties somatiques (Fig.119-123). L'appareil nucléaire est enfermé dans une capsule (rosette) de grande taille (25 × 18 µm) contenant de six à dix macronoyaux (moyenne: 8) mesurant 7 × 5,5 µm et de deux micronoyaux de 2,7 à 3,8 µm de diamètre (Fig. 128).

Discussion: *Tracheloraphis serratus* ressemble à d'autres grandes *Tracheloraphis* de couleur brune, notamment *T. fasciolatus* (SAUERBREY 1928), *T. margaritatus* KAHL 1930 et *T. dogieli* (RAIKOV 1957), mais ces trois dernières espèces sont multinuclées (dépourvues de capsule; les macronoyaux étant dispersés dans endoplasme tout le long de la cellule). *T. caudatus* DRAGESCO & RAIKOV 1966 rappelle aussi *T. serratus* mais possède plusieurs capsules nucléaires.

Tracheloraphis hamatus WRIGHT 1982 (Fig. 140-162, Table 11)

Toujours dans les sables fins de l'Aber de Roscoff, nous avons récolté (aussi bien en 1994 qu'en 1999) un assez petit Trachelocercidae que nous semble pouvoir être identifié à *T. hamatus* de WRIGHT (1982). Sur le vivant, ce cilié de 500 à 900 µm de long est de forme allongée mais pas filiforme. La cellule est transparente et finit en pointe mousse. Sa grande contractibilité entraîne le dissymétrie de la cellule. La tête semble peu apparente. L'endoplasme enferme une capsule (rosette) nucléaire et les inclusions réfringentes ovalaires habituelles ainsi que des ingesta constitués par de gros péridiniens (Fig. 140-142). Après fixation et imprégnation par le protargol, les cellules se contractent en se

recourbant fortement (zone glabre tournée vers l'extérieur) (Fig. 143). Les cellules mesurent de 104 à 400 µm de long (moyenne: 230 µm, n = 47), et de 28 à 72 µm de large (moyenne: 41 µm, n = 44). La zone glabre est très étendue, atteignant 45 % de la circonférence équatoriale. Les cinéties somatiques au nombre de 12 (en moyenne, n = 32) sont bi-polaires mais se raccourcissent sur le côté droit et sur le côté gauche de la zone glabre par suite de la présence de deux systèmes sécants (antérieur et postérieur) dont celui de droite est plus important. Seulement huit cinéties somatiques atteignent la région sub-orale. Toutes ces cinéties somatiques sont constituées de dicinétides ciliées et sont accompagnées par un fort myonème sur leur côté gauche et de fibres post-ciliaires (postciliodesma) sur leur côté droit. La large surface glabre (généralement bosselée après fixation) est bordée par des cinéties à soies, dont l'inversion de polarité (du cinétosome cilifère) a lieu au niveau de sa branche antérieure droite (Fig. 144-146). Dans les régions centrales (aussi bien à gauche qu'à droite), les dicinétides à soies s'organisent en deux rangées superposées de façon désordonnée (Fig. 150). L'infraciliature buccale est constituée par la cinéties circumorale qui dessine une boucle du côté droit, au niveau de l'encoche du bourrelet péribuccal (la cinétie circumorale s'interrompt, à ce niveau), et dans une légère dépression on peut observer deux structures en brosse, constituées de cinq à six dicinétides (pour la brosse n° 1, la plus basse) ou de trois à six (brosse n° 2, haute). Ce nombre est variable (Fig. 148-149). L'appareil nucléaire enfermé dans une capsule (rosette) est constituée par trois à six macronoyaux (moyenne: 4, n = 20) de 7,7 × 5,7 µm et un seul micronoyau de deux à trois micromètres de diamètre (deux micronoyaux d'après WRIGHT) (Fig. 154, 155, 157).

Table 11: Morphometric characteristics of *Tracheloraphis hamatus* WRIGHT, 1982, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	229	230	66,9	9,8	29,2	104	400	47
Body, width	41,5	40	10,1	15,2	24,5	28	72	44
Kineties, number (body)	12,5	12	1,1	0,2	*8,6	10	14	32
Kineties, number (head)	8,4	9	1,3	0,3	15,4	6	10	22
Head, diameter	13	12	3	0,5	23,2	8	20	31
Nuclear rosette, length	13,5	13	1,5	0,4	11,5	11	17	15
Nuclear rosette, width	9,5	10	1,0	0,3	11,0	8	11	13
Macronuclei, number	4,2	4	0,8	0,2	19,8	3	6	20
Macronuclei, length	7,7	8	1,4	0,4	17,9	5	10	14,
Macronuclei, width	5,7	6	1,2	0,3	21,7	3	7	14
Micronuclei, number	1	-	-	-	-	-	-	5
Micronuclei, diameter	2,5	-	-	-	-	2	3	5
Dikinetids, number in 10 µm	11,9	11	3,5	1,0	32,2	7	19	12
Brosse 1, dikinetids number	6	-	-	-	-	5	7	4
Brosse 2, dikinetids number	4	-	-	-	-	3	6	4

Discussion: *T. hamatus* ressemble à *Tracheloraphis oligostriata* (RAIKOV 1962) FOISSNER & DRAGESCO 1996, par la taille et la forme (sur le vivant et après fixation). La zone glabre est tout aussi vaste et les dicinétides à soies sont disposées sur deux à trois rangées superposées. Mais les différences sont très importantes. *T. oligostriata* présente une région caudale pointue (et légèrement recourbée), l'appareil nucléaire est tout à fait

différent (18 macronoyaux et une dizaine de micronoyaux répartis en cinq à 13 groupes) et la tête, peu apparente, ne montre qu'une seule structure en brosse presque rectiligne (verticale).

Classe Heterotrichea STEIN 1859

Famille des Spirostomidae STEIN 1867

Gruberia uninucleata KAHL 1932 (Figures 163-181, Table 12)

Cet Hétérotriche était peu abondant dans plusieurs échantillons de sables fins de l'Aber de Roscoff (1999). Nous avions cru l'identifier déjà dans le passé (DRAGESCO 1960, 1966), mais ces anciennes diagnoses nous semblent discutables aujourd'hui. Par contre, la figure publiée par KAHL (1992) correspond fort bien aux ciliés récoltés à Roscoff. C'est un cilié d'assez grande taille (longueur: 250 à 600 µm, sur le vivant). Légèrement contractile, *G. uninucleata* ne mesure plus que de 190 à 355 µm de long après fixation et imprégnation (moyenne: 254 µm, n = 10) et 22 à 62 µm de large (moyenne: 45 µm, n = 10.). Le corps est allongé avec une partie antérieure en forme de spatule pourvue d'un bec bien dessiné et d'une région caudale pointue (un peu plus fortement que ne le figure KAHL). La cellule est transparente et assez rigide. Sur le vivant, on observe facilement le péristome étroit, garni d'une longue frange de paramembranelles adorales, quelques gastrioles et un volumineux macronoyau ovalaire. La cinétie parorale est difficilement visible sauf à sa base (au niveau du cytopharynx). Des extrusomes (mucocystes) sous-cuticulaires peuvent être observés dans les espaces intercinétiques (Fig. 163, 164). Après fixation et imprégnation, *G. uninucleata* change légèrement de forme (elle devient plus courte et plus large) et sa pointe caudale semble plus fine et souvent tordue (Fig. 165, 166). L'infraciliature somatique est constituée de 16 à 22 cinéties (moyenne: 19, n = 10) bi-polaires assez largement espacées, constituées de dicinétides dont seul le cinétosome antérieur est cilifère. Nous n'avons pas pu mettre en évidence les fibres postciliaires ou les myonèmes. Les cinéties gauches arrivent obliquement sur l'aire buccale tandis que les cinéties droites sont parallèles à la cinétie parorale. Le péristome, long de 65 à 102 µm (moyenne: 80 µm, n = 10) est étroit (4,2 µm en moyenne, n = 10). Sur son bord gauche on observe de 40 à 82 paramembranelles (moyenne: 70, n = 12) de structure classique mais de faible longueur (de 2,5 à 5,5 µm, n = 15). Du côté droit la parorale est constituée par une cinétie fragmentée comportant des groupes de deux dicinétides ciliées. Dans la région apicale les groupes sont espacés. Par contre, dans la région qui jouxte l'ouverture du cytopharynx, les dicinétides parorales sont disposées en ligne continue rassemblant une vingtaine de couples de cinétosomes ciliés (Fig. 167, 171, 172). L'appareil nucléaire est constitué d'un volumineux macronoyau central, long de 40 µm (n = 10) et large de 13 µm (n = 10). Le protargol imprègne fortement une multitude de nucléoles macronucléaires. Les micronoyaux sont en nombre de un à cinq et leur diamètre oscille autour de 2 µm (Fig. 168).

Discussion: *Gruberia uninucleata* a été découverte par KAHL (1932) dans un aquarium mésosaprobe de Helgoland. Les cellules mesuraient de 300 à 650 µm en parfait accord avec la présente étude. KAHL figure aussi la région caudale pointue, les rangées de "protrichocystes" sous-cuticulaires et de 8 à dix cinéties par "face". La figure de KAHL (Fig. 169) est très fidèle à la réalité. La population décrite par DRAGESCO (1960), trouvée dans les sables fins de Roscoff, est différente de celle de Helgoland. La cellule est bien

plus allongée, le péristome plus long et les mucocystes un peu plus volumineux. Mais ce n'est, probablement, qu'une variété de *G. uninucleata*. Une autre variante a été signalée par DRAGESCO (1960) toujours dans l'Aber de Roscoff (près de l'Ile Verte). Plus grande (750 µm en moyenne), elle est pourvue d'un péristome plus court, d'une vacuole contractile terminale, de mucocystes volumineux et d'un macronoyau plus allongé. Il s'agit probablement d'une espèce distincte qui mériterait une redescription. DRAGESCO (1965) a encore décrit une *Gruberia* trouvée dans les sables fins de Port-Etienne (Nouadhibou) qui était de plus petite taille (200 µm de longueur moyenne), pourvue d'un péristome court garni de paramembranelles très longues et d'un plus grand nombre de cinéties (40 contre 19). Il s'agit donc d'un morphotype nouveau. CHORIK (1968) a publié une courte description d'une *G. uninucleata* qui correspond assez bien à la figure de KAHL. Mais il s'agit d'un cilié d'eau douce dont la description est trop sommaire pour pouvoir l'identifier avec certitude.

Nous devons à BORROR (1963) et à DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS (1986) la connaissance de l'infraciliature buccale du genre *Gruberia* dont la cinétie parorale est constituée de fragments de cinéties à dicinétides (Fig. 180, 181).

Table 12: Morphometric characteristics of *Gruberia uninucleata* KAHL, 1932, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	254	250	50,0	16,7	19,7	190	355	10
Body, width	44,7	45	12,0	4,1	27	22	62	10
Kineties, number	19	19	1,9	0,6	10	16	22	10
Peristome, length	82	80	12,3	4,1	15	65	102	10
Paramembranelles, number	69,5	72	10,8	3,2	15	40	82	12
Paramembranelles, length	3,6	3,5	0,9	0,3	24	2,5	5,5	15
Paroral blocks, numbers	26	-	-	-	-	23	29	6
Macronuclei, length	30	31	5,9	2	19	20	40	10
Macronuclei, width	13	13	3,4	1,1	26	10	20	10
Peristome, width	4,2	4	1,5	0,5	35	2	7	10
Spacing between kineties	6,8	6,5	2,8	0,9	41	3	12	12
Dikinetids, number in 10 µm	9	9	19	0,6	21	6	12	12
Micronuclei, number	3	-	-	-	-	1	5	5
Micronuclei, diameter	2	-	-	-	-	1,7	2,5	9

Anigsteinia clarissima (ANIGSTEIN 1912) ISQUITH 1968 (Fig. 182-209, Table 13)

(synonyme: *Blepharisma clarissima* ANIGSTEIN 1912)

Cet hétérotriche est assez commun. Nous l'avons trouvé dans les sables fins de l'Aber de Roscoff en août 1999. Il était très abondant dans presque tous les échantillons étudiés. Nous avons obtenu un assez grand nombre de specimens imprégnés par le protargol, mais le cilié ne s'imprègne pas facilement, surtout après fixation par le fixateur D_4 (DRAGESCO 1996) indispensable pour l'imprégnation des Karyorelictea. De sorte que nous avons pu obtenir des données morphométriques sur un assez grand nombre de cellules (n = 26 à 50) mais certaines structures ont été difficiles à étudier.

A. clarissima est un cilié de grande taille (200 à 700 µm sur le vivant). Les populations de Roscoff mesuraient 155 à 480 µm de longueur, après fixation, moyenne: 330 µm, n =

50 (largeur: 25-80 µm, moyenne 60 µm, n = 50). Sur le vivant, le cilié est assez allongé, aplati latéralement avec une région caudale plus étroite (mais arrondie) enfermant une grande vacuole contractile et une région antérieure présentant un bec apical bien visible. Le péristome est d'une longueur équivalente à la moitié de la longueur totale de la cellule et les franges de paramembranelles adorales ainsi que la membrane ondulante sont faciles à observer. La cellule est assez transparente et incolore quoique de fins mucocystes sous-cuticulaires ornent les espaces intercinétiques. L'appareil nucléaire est plus difficile à voir car les macronoyaux ne sont pas reliés entre eux. *A. clarissima* est contractile mais sans excès (Fig. 182, 183).

L'infraciliature somatique est constituée par 17 à 24 cinéties bi-polaires (moyenne: 21, n = 20) assez espacées, constituées de dicinétides dont seul le cinétosome antérieur est cilifère. Les cinéties somatiques gauches viennent buter obliquement au niveau du long péristome. Les cinéties somatiques droites restent parallèles à la cinétie parorale. L'imprégnation par le protargol montre une fine strie argyrophile disposée entre les cinéties et dépourvue de cinétosomes (nous ignorons sa signification). Les dicinétides somatiques sont reliées entre elles par un fin cinétodesme et montrent, sur les meilleures imprégnations, le tracé des fibres postciliaires (postciliodesma). Les myonèmes n'ont pas pu être mis en évidence (Fig. 188-192).

L'infraciliature buccale est caractéristique du genre *Anigsteinia:* à gauche une longue série de paramembranelles (au nombre de 85 à 125, difficile à compter avec certitude), larges de 3 à 4 µm et de structure classique. à droite, une cinétie parorale constituée de dicinétides dont seul le cinétosome antérieur est cilié. Ces dicinétides sont bien plus serrées que sur les cinéties somatiques. Les cils paroraux sont plus longs au niveau du cytostome et constituent une petite membrane ondulante (Fig. 193, 195).

L'appareil nucléaire est constitué par 24 à 115 macronoyaux (moyenne: 62, n = 37) ovalaires, longs de 4,6 µm (n = 26) et larges de 3,7 µm (n = 20). Ces macronoyaux ne sont pas reliés entre eux mais librement disposés tout le long de la cellule, notamment dans la région centrale (Fig. 185, 186, 187, 194). Les micronoyaux sont au nombre de deux à 10 (moyenne: cinq à six, n = 17) et leur diamètre varie de 2,5 à 4 µm. La plupart des auteurs (notamment ANIGSTEIN lui même) ont figuré les macronoyaux reliés entre eux par la membrane nucléaire (noyau moniliforme) ce que nous n'avons pas observé sur notre population.

Discussion: *Anigsteinia clarissima* est une espèce relativement commune qui a été signalée ou décrite par près d'une trentaine d'auteurs. Malheureusement, beaucoup d'entre eux ont omis de figurer le cilié et il est, le plus souvent, impossible de savoir si leur identification était justifiée. Parmi les auteurs qui ont publié une trop courte description, un certain nombre ont figuré une espèce différente d'*Anigsteinia*. De sorte que finalement, la seule description réellement précise dont nous disposons est celle d'ANIGSTEIN (1912). Cet auteur a consacré plusieurs pages et plusieurs figures à sa *Blepharisma clarissima*. De plus, le texte est très dense et peu de chercheurs semblent l'avoir lu attentivement. ANIGSTEIN a vu l'essentiel: longueur 160 à 380 µm, rapport longueur sur largeur: 1:10, péristome étroit, long d'environ 50 % de la longueur du corps, 16 à 18 cinéties, mucocystes rangés en deux files longitudinales, 32 à 40 macronoyaux et trois à 13 micronoyaux, grande vacuole contractile, pourvue d'un canal dorsal etc. La figure d'ANIGSTEIN est difficile à reproduire mais ISQUITH & REPAK (1974) nous en ont fourni une copie acceptable (Fig. 199). C'est KAHL (1932) qui a, le premier, retrouvé *B.*

clarissimum sous deux variétés légèrement différentes (sa forme *arenicola* ne devrait pas être considérée comme un morphotype distinct). Sa courte description et la figure publiée s'accordent bien avec celles de ANIGSTEIN (Fig. 200). KAHL signale 30 à 50 macronoyaux. YAGIU (1943) nous a proposé la plus belle image existante de *B. clarissima* (Fig. 202). Hélas, le texte est uniquement en japonais mais les données morphométriques prouvent qu'il s'agit bien de l'espèce d'ANIGSTEIN. Par contre, on peut exprimer des doutes quant à la *B. clarissima* signalée par FAURE-FREMIET (1950) mais non figurée car l'auteur français évoque une longue et large membrane ondulante (qui n'existe pas). BOCK (1952) signale un *B. clarissima* var. *longiss*ima pourvue d'une seule rangée de mucocystes, longue de 600 µm et contenant de 50 à 60 macronoyaux. La description est trop sommaire pour être prise en considération. DRAGESCO (1960) figure *B. clarissima* (var. *arenicola* de KAHL) sans description détaillée. A notre avis, cette espèce est différente de la *B. clarissima* d'ANIGSTEIN (paramembranelles trop développées, taille trop petite, seulement 16 macronoyaux). DRAGESCO (1965) nomme *B. clarissima* une espèce d'eau douce qui diffère considérablement de celle d'ANIGSTEIN. La *B. clarissima* d'Excenevex est trop large et son appareil nucléaire n'est constitué que par huit à 12 gros macronoyaux. A juste titre, ISQUITH & REPAK (1974) en ont fait une nouvelle espèce: *Anigsteinia oligonucleata*. ISQUITH (1968) crée enfin le genre *Anigsteinia* pour deux *Blepharisma* atypiques: *B. clarissimum* var. *arenicola* et *B. salinarum* FLORENTIN 1899. Les *Anigsteinia* se différencient des *Blepharisme* par leur vacuole contractile à canal collecteur et la présence d'une membrane ondulante peu développée: ISQUITH & REPAK (1974) admettent l'existence de deux variétés distinctes: *Anigsteinia clarissimum* (160-380 µm, rapport L/l: 10:1, 44 macronoyaux) et *A. clarissimum* var. *arenicola* (200-450 µm, rapport L/l: 7:1, 30 à 50 macronoyaux). L'existence de la variété *arenicola* (crée par KAHL 1932) ne nous semble pas justifiée. AGAMALIEV (1968) a décrit et figuré une *B. clarissima* longue de 200-400 µm, pourvue de 24 à 30 cinéties et de 13 à 30 macronoyaux, rapport L/l: 1:6. Nous pensons qu'il s'agit d'un morphotype particulier (variété nouvelle à redécrire). FENCHEL (1969) n'a pas décrit *B. clarissima* mais nous a proposé une excellente figure (sur son dessin on peut compter 51 macronoyaux). HARTWIG (1973) signale une *B. clarissima* fa. *arenicola*, longue de 170 à 560 µm, au rapport L/l: 8-1, possédant 35-51 macronuclei et deux rangées de mucocystes (sur la photographie publiée sur le vivant, le péristome nous semble un peu trop long). CZAPIK & JORDAN (1976) figurent deux variétés de *A. clarissima* var. *arenicola*: une plus grande (500 à 600 µm) et l'autre de longueur normale. Toutes deux présentent un péristome beaucoup trop court. La description ainsi que les figures nous semblent de peu de valeur. HARTWIG & PARKER (1977) signalent (sans figures) une *B. clarissimum* fa. *arenicola* de seulement 176 µm de long et de couleur brune, renfermant seulement 15 à 16 macronoyaux. Sans aucun doute c'est un morphotype différent, qui mériterait une description. RICCI et al. (1982) figurent une *Anigsteinia clarissima* dont la forme générale est assez conforme mais dont la couleur rouge et les neuf macronoyaux l' éloignent tout à fait de l'espèce d'ANIGSTEIN. SMALL & LYNN (1985) présentent une figure originale de *A. clarissima* (ciliature ventrale seulement) mais le nombre des paramembranelles adorales est trop petit (il s'agit d'un schéma excessivement simplifié, peu utilisable).

Il est surprenant de constater que sur les 16 chercheurs qui ont signalé *A. clarissima*, aucun n'a pu présenter une description aussi bonne que celle d'ANIGSTEIN en 1912. De plus, la plupart de ces auteurs se sont trompé quant à l'identification de l'espèce. Pour résumer, en quelques lignes, l'analyse de tous ces travaux, on peut conclure que

Anigsteinia clarissima est un cilié commun de 160 à 500 µm de long (avec un rapport L/l: 1:8 à 1:10) pourvu de 16 à 30 cinéties et de 16 à 60 macronoyaux. C'est un cilié incolore, pourvu de mucocystes intercinétiques et d'un péristome dont la longueur est de 50 % de celle de la cellule. Caractéristiques importantes: paramembranelles peu développées et membrane ondulante parorale très discrète. La vacuole contractile caudale est pourvue d'un canal collecteur. Si nous comparons cette diagnose (basée sur la bibliographie) aux résultats exposés dans ce travail, on remarque une bonne concordance entre eux à une exception près: nous avons compté 24 à 115 macronoyaux (au lieu de 16 à 60). On peut donc conclure que l'*Anigsteinia clarissima* de Roscoff (1999) est une variante de l'espèce d'ANIGSTEIN, un peu plus grande et présentant davantage de noyaux. Dans la littérature on trouve deux façons d'écrire l'espèce qui nous concerne: *A. clarissimum ou A. clarissima.* AESCHT (2001) précise que *Anigsteinia* est du genre féminin et donc que l'espèce devrait s'écrire *clarissima.* La sous-espèce (ou variété) proposée par KAHL (1932) sous le nom de *arenicola* n'est pas à retenir. L'*Anigsteinia candida* (YAGIU & SHIGENAKA 1956) ISQUITH & REPAK 1974 ressemble beaucoup à *A. clarissima* mais présente de 200 à 260 macronoyaux (AL-RASHEID 2000).

Table 13: Morphometric characteristics of *Anigsteinia clarissima* (ANIGSTEIN 1912) ISQUITH 1968, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	329	340	82,6	11,8	25,1	155	480	50
Body, width	61	60	13,9	1,9	22,8	25	80	50
Kineties, number	21	22	1,7	0,2	8,3	17	24	20
Peristome, length	152	156	43,3	6,9	28,5	75	220	40
Macronuclei, number	62	63	20,3	3,4	32,8	24	115	37
Macronuclei, length	4,6	4,5	1,2	0,2	26,3	3	7	26
Macronuclei, width	3,7	3,8	1,1	0,2	28,7	2	6	20
Micronuclei, number	5,5	5,7	2,4	0,6	43,1	2	10	17
Micronuclei, diameter	3	-	-	-	-	2,5	4	5
Dikinetids, number in 10 µm	9	9	2,2	0,7	24,7	5	12	10
Paramembranelles, number	110	-	-	-	-	85	125	6
Paramembranelles, length	3,5	-	-	-	-	2,8	4,2	8

Classe des Nassophorea SMALL & LYNN 1981

Sous-classe des Prostomatia SHEWIAKOFF 1896

Ordre des Prorodontida CORLISS 1974

Genre *Prorodon* EHRENBERG 1883

Prorodon arenicola **(KAHL 1932) FOISSNER 1987 (Fig. 210-232, Table 14)**
(synonym: *Pseudoprorodon arenicola* KAHL 1932)

Cette espèce, typiquement mésopsammique microporale (au sens de FAURE-FREMIET 1950), est relativement commune et a été signalée par de nombreux auteurs. Nous avons trouvé, à plusieurs reprises, de faibles populations de *Prorodon arenicola* dans les sables fins des plages abritées de Sète (Méditerranée) aussi bien en 1994 qu'en 1996. L'étude de son infraciliature a été très difficile car, comme toutes les espèces géantes, *P. arenicola*

s'est montré très réfractaire aux imprégnations par le protargol, même après fixation par notre liquide D_4. Nous avons pu obtenir de 10 à 17 spécimens correctement imprégnés. De 20 à 33 individus ont permis de compléter certaines données morphométriques.

Sur le vivant, la longueur de la cellule varie de 750 à 1250 µm (L: 660 µm en moyenne, n = 17 après fixation et imprégnation). Vermiforme mais massive, la cellule est légèrement aplatie latéralement. Le cilié est peu contractile. L'ouverture buccale apicale est disposée obliquement et s'ouvre très largement du côté ventral (Fig. 210).

Sur le vivant, le cilié est incolore, assez peu transparent (à cause de son épaisseur et des inclusions endoplasmiques variées). Les mouvements sont relativement lents. L'ouverture buccale, armée de némadesmes, est bien visible sur le vivant, ainsi que la vacuole contractile terminale et des vacuoles satellites marginales (en nombre très variable). La chaîne macronucléaire est aussi très bien visible "in vivo". La ciliature est dense. Après imprégnation par le protargol, la forme de la cellule change peu car il ne semble pas que le cortex soit pourvu de myonèmes. L'infraciliature somatique est constituée de 80 à 120 cinéties bi-polaires (moyenne: 100, n = 10) difficiles à compter à cause de l'épaisseur (l: 85 µm) et de la forme de la cellule. Les cinéties sont constituées des monocinétides ciliées très denses (11 cinétosomes sur 10 µm en moyenne). Une structure en brosse est mise en évidence par le protargol (Fig. 217, 218). Elle débute au-dessus de l'ouverture buccale, se dirige d'abord vers l'apex puis redescend très bas sur le côté dorsal (Fig. 218). Elle est constituée de trois cinéties à dicinétides ciliées (dont les cils présentent une forme particulière, élargie). Les cinéties somatiques droites et gauches viennent buter obliquement sur le parcours apical des cinéties de la brosse (deux zones sécantes, Fig. 218)). L'ouverture buccale est sub-apicale, ventrale et massive mesurant 25 à 44 µm de long (moyenne: 34 µm, n = 20). Elle présente une forme elliptique, légèrement aplatie (largeur moyenne: 15 µm mais cette valeur dépend de l'angle sous lequel on observe les spécimens; elle peut paraître parfois presque circulaire). On imprègne facilement une cinétie péribuccale qui est représentée par les cinétosomes apicaux de chaque cinétie somatique. Ces cinétosomes sont porteurs de cils plus longs et plus "épais" (?). Les cinétosomes péribuccaux sont reliés entre eux par de fins tractus argyrophiles (Fig. 211-212) ainsi qu'aux némadesmes intrabuccaux. Ces derniers débutent par une région aplatie (en forme de lame lancéolée) qui se continue par une baguette réfringente colorable par le protargol. Nous avons compté 70 à 110 némadesmes (n = 12) mais ce chiffre serait à revoir à la hausse (en fait il devrait y avoir autant de némadesmes qu'il y a de cinétosomes buccaux, donc une moyenne de 100 environ). L'ensemble des némadesmes forme une sorte de panier long de 22 à 28 µm (moyenne: 26, n = 17). Dans l'endoplasme de la région antérieure de la cellule, nous avons pu imprégner des sortes de trichites, filaments argyrophiles tortueux de longueur variable (8 à 10 µm, moyenne: 9 µm, n = 12). Certaines portent un granule sphéroïdal (il s'agit peut-être d'extrusomes à divers niveaux d'éjection; Fig. 221, 212). L'appareil nucléaire est constitué par une chaîne de 14 à 39 macronoyaux elliptiques (moyenne: 24, n = 13) dont la longueur varie de 9 à 12 µm (n = 32) et la largeur de 4 à 8 µm (n = 28). La chaîne macronucléaire est accompagnée par quatre à 12 micronoyaux (moyenne: 8, n = 5) de 2,3 à 3,1 µm de diamètre (Fig. 214, 215). Sur quelques individus, les imprégnations ont aussi mis en évidence un réseau de fibres argyrophiles complexes qui partent de la région terminale pour se subdiviser en remontant vers la région antérieure (Fig. 220).

Table 14: *Morphometric characteristics of Prorodon arenicola* KAHL, 1932, *measurements in µm.*

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	66,2	675	114,6	28,7	17	480	820	17
Body, width	85	80	26,2	65,6	30	40	142	17
Kineties, number	102	100	13,9	4,7	13,7	80	120	10
Mouth, width	34	32	5,6	1,3	16,4	25	44	20
Mouth nemadesms, number	86	84	12,9	3,9	15	70	110	12
Mouth nemadesms, length	25,5	26	1,8	0,4	*7	22	28	17
Macronuclei, number	24	20	8,5	1,8	36,6	14	39	13
Macronuclei, length	14,4	14	3,0	0,5	20,8	9	22	33
Macronuclei, width	5,7	5	1,6	0,4	27	4	8	20
Micronuclei, number	8	- ·	-	-	-	4	12	5
Micronuclei, diameter	2,7	-	-	-	-	2,3	3,1	5
Trichtes, length	9,3	9	0,8	0,2	8,4	8,2	11	12
Kinetosoms, number in 10 µm	11	10	2,3	0,1	21,3	8	15	11

Discussion: Le cilié que nous venons de redécrire est connu sous le nom de *Pseudoprorodon arenicola* mais, suivant AESCHT (2001), le genre *Pseudoprorodon* BLOCHMAN 1885 n'est pas valide (FOISSNER 1987) et doit être remplacé par le genre *Prorodon* EHRENBERG 1834. C'est KAHL (1932) qui a découvert *P. arenicola* dans les sables fins de Kiel en un exemplaire unique. Il est d'autant plus remarquable de constater que sa description reste une des meilleures dont nous disposons. Le spécimen examiné par KAHL mesurait 880 µm de long et possédait une chaîne de 33 nodes macronucléaires. KAHL a parfaitement vu que les cinéties gauches et droites s'affrontent obliquement sur une ligne dorso-apicale. KAHL figure même la structure en brosse et devine les némadesmes intra-buccaux. FAURE-FREMIET (1950) a pu étudier plusieurs exemplaires de *P. arenicola* à Concarneau et confirme les observations de KAHL. Les spécimens de Concarneau mesuraient de 550 à 650 µm de long et présentaient un aplatissement au niveau de la grande vacuole contractile terminale. FAURE-FREMIET pensait que les cinéties somatiques pénétraient dans un court vestibule. La figure 230, publiée par FAURE-FREMIET, est schématique et simplifiée (le nombre de cinéties est beaucoup trop faible) mais indique bien une zone de suture au niveau antéro-dorsal. BOCK (1952) retrouve *P. arenicola* dans le Kieler Bucht: spécimens longs de 870 µm pourvus de trichites buccaux (au nombre de 40 environ).

DRAGESCO (1960) signale aussi *P. arenicola* et confirme les observations de ses prédécesseurs (Fig. 231). Les spécimens de Roscoff, longs de 800 à 1200 µm, présentaient 180 cinéties , des extrusomes intercinétiques et quelques 30 macronoyaux (en accord avec le présent travail). DRAGESCO ayant pu obtenir quelques imprégnations par le nitrate d'argent (CHATTON et LWOFF) figurait des monocinétides qui semblaient bien pénétrer dans une sorte de vestibule (ainsi que l'avait signalé FAURE-FREMIET). Cette affirmation n'est pas confirmée par le présent travail. FENCHEL (1969) publie un dessin d'ensemble de *P. arenicola* qui est très évocateur (on peut y compter 25 macronuclei). HARTWIG (1970, 1973) signale *P. arenicola* aux Bermudes et à l'île de Sylt (spécimens de 145 à 760 µm, 120 à 160 cinéties, 27 à 44 nodes macronucléaires et une structure en brosse longue de 76 µm). HARTWIG confirme l'existence de tricocystes peri-buccaux et l'aplatissement du corps au niveau de la vacuole contractile et pense aussi que les cinéties somatiques

peuvent pénétrer dans la bouche (vestibule). Il confirme aussi l'existence de petits extrusomes sous-cuticulaires. HARTWIG & PARKER (1977) estiment avoir retrouvé *P. arenicola* dans le North Yorkshire mais il s'agit vraisemblablement d'une autre espèce car la longueur de leurs spécimens ne dépassaient pas 390 µm. Bien d'autres auteurs ont signalé *P. arenicola* dans des biotopes marins variés, mais sans description ou figures. Rien ne nous prouve donc qu'il s'agit de l'espèce de KAHL.

Ordre des Prostomatida SCHEWIAKOFF 1896

Genre *Holophrya* EHRENBERG 1833

Holophyra oblonga MAUPAS 1883 (Fig. 233-277, Table 15)

(Synonym: *Trachelocerca oblonga*, KAHL 1933)

Dans les sables marins des plages de Sète, nous avons souvent rencontré des populations assez importantes de *Holophrya oblonga* MAUPAS, notamment en 1995 et 1996. Ce grand cilié a déjà été décrit par plusieurs auteurs (dont MAUPAS 1883 et DE MORGAN 1925) mais sa structure est complexe et nous sommes les premiers à avoir pu imprégner, par le protargol, un assez grand nombre d'individus grâce à la fixation par le liquide D_4: 10 à 30 spécimens pour l'étude infraciliaire et jusqu'à 166 pour d'autres données morphométriques.

Redescription: *Holophrya oblonga* est un cilié vermiforme de grande taille. Nous avons pu mesurer un grand nombre d'individus provenant de diverses populations. La longueur, sur le vivant, varie de 500 à 1000 µm pour une largeur de 30 à 70 µm (n = 10 environ). Sur cellules fixées et imprégnées, les résultats obtenus nous ont surpris: la longueur varie de 250 à 1200 µm, rapport *1:6* (**n = 166**). La largeur oscille entre 20 et 170 µm avec une moyenne de 70 µm (n = 106). Nous n'avons jamais observé dans le passé (durant environ 56 ans de recherches sur les ciliés) une telle variation de longueur atteignant près de *1:6* (habituellement pour n = 30 à 40 la longueur d'une espèce donnée varie dans le rapport maximal de un à quatre, plus souvent un à trois). Nous avons donc pensé avoir étudié un mélange de deux morphotypes distincts. Pourtant un histogramme (Fig. 266) réalisé par le Dr. G.F. ESTEBAN (communication personnelle) d'après nos mesures, prouve qu'il s'agit bien de la même espèce montrant deux maxima de longueur (l'un autour de 300 à 500 µm et l'autre vers 650 à 750 µm). Les individus les plus petits (250 à 300 µm) sont rares, et encore plus inhabituels les géants de 1050 à 1250 µm. Finalement nous pensons pouvoir expliquer cette grande variation de longueur par une division proche d'une tomitogénèse. Cette supposition est partiellement confirmée par la figure n° 3 du travail de DE MORGAN (1925) qui montre les débuts d'une division en trois exemplaires (ce qui serait suffisant pour expliquer la coexistence d'individus nains, issus d'une telle division et d'individus géants prêts à se diviser). La mesure de 166 spécimens fixés nous a fourni une moyenne de 610 µm (X = 620 µm, M = 600 µm) qui correspond bien à la longueur moyenne observée, sur le vivant: 900 µm en accord avec un certain nombre d'observations antérieures. L'étude de la morphogénèse de *Holophrya oblonga* devrait être d'un grand intérêt. Le rapport longueur/largeur étant de 8,5 (moyenne), *H. oblonga* est donc un cilié de forme cylindroïde, de taille très variable et à région caudale arrondie (sur tous les 166 exemplaires examinés).

Sur le vivant, son cytoplasme est assez sombre car l'endoplasme est richement pourvu en inclusions variées et en endosymbiontes (voir plus loin). Sur le vivant, on distingue en

position apicale, une fente buccale et un faisceau de "trichites" très fins qui entoure un petit cytostome en entonnoir. La vacuole contractile terminale est très grande et, le plus souvent, reliée à deux (ou plusieurs) canaux qui remontent jusqu'à la région apicale, et peuvent se modifier pour constituer une série de vacuoles satellites marginales (Fig. 236, 237). L'appareil nucléaire est bien visible sur le vivant, car les macronoyaux constituent une chaîne d'autant plus longue que la cellule est plus grande (Fig. 234, 235). L'ectoplasme montre des mucocystes sous-cuticulaires rangés dans les espèces intercinétiques; ils explosent sous l'action du bleu brillant de crésyle pour se transformer en une sorte de gelée. L'endoplasme est très encombré par des granules de diverses tailles, parfois par des zoochlorelles, des structures de type minéral (cristaux) et, assez souvent, des sporozoaires (cnidosporidies?). Dans la région péribuccale, on aperçoit des sortes de palettes dont la signification n'est pas très claire.

Après fixation et imprégnation par le protargol, on peut observer de 90 à 110 (moyenne: 98, n = 10) cinéties très difficiles à compter avec précision à cause de l'opacité de l'endoplasme et de l'épaisseur de la cellule (70 µm). Ces cinéties bi-polaires sont constituées de monocinétides. Des imprégnations par le nitrate d'argent nous ont montré l'existence possible d'un argyrome constitué de fibrilles circulaires, centrées sur chaque monocinétide (Fig. 255). Nos impregnations au nitrate d'argent, de 1960, montrent deux granules ciliaires qui représentent le cinétosome et son sac parasomal. Les impregnations par le protargol mettent en évidence un seul cinétosome. L'étude d'ensemble de la ciliature somatique montre une puissante structure en brosse constituée par une cinétie dont les dicinétides sont inclinées vers la droite du cilié d'un angle de 70° env. Cette cinétie est bordée par deux autres cinéties dont les dicinétides sont inclinées de 35° vers la gauche mais dont la densité est encore plus grande que sur les cinéties somatiques. Ces trois cinéties se détachent très nettement sur l'ensemble de la ciliature. Elles débutent sur le côté gauche de la cellule, légèrement au-dessus du niveau de la fente buccale et descendent jusque dans la région terminale (leur longueur peut atteindre 1000 µm ! Fig. 252, 253). La densité des monocinétides somatiques est forte: de 9 à 14 sur une longueur de 10 µm (plus de 14 sur les cinéties latérales de la brosse, sept à huit sur la cinétie centrale de cette dernière). L'infraciliature buccale est difficile à comprendre. On y observe une ciliature circumorale constituée par les deux premières dicinétides des cinéties somatiques. Le cinétosome antérieur donne naissance à un long cil qui présente une forme bizarre (et variable): le cil est élargi en palette (Fig. 250, 251). Le cinétosome postérieur est à l'origine de longs némadesmes mesurant de 65 à 95 µm (ils s'imprègnent difficilement car nous ne les avons bien vus que sur six spécimens). On observe aussi dans la région sub-buccale, deux autres structures filamenteuses: des sortes de "trichites" fins et ondulés dont la longueur varie de 13 à 35 µm et des sortes d'extrusomes en navettes qui explosent sous la forme de courts bâtonnets de 4 à 6 µm. Le protargol met aussi en évidence les mucocystes ectoplasmiques qui s'imprègnent sans exploser. Dans l'endoplasme on observe encore de grandes concentrations de bâtonnets dont la longueur (1 à 3 µm) et la forme suggèrent des bactéries (Fig. 258, 259, 260). Plus surprenantes sont les étranges navettes, bien structurées, qui ne sont pas présentes dans tous les individus. Ces endosymbiontes mesurent de 3,5 à 6,5 µm (moyenne 5 µm, n = 31) et font penser à des sporozoaires (peut-être des cnidosporidies). Les endosymbiontes peuvent être nombreux (Fig. 257, 267, 268) et sont souvent disposés dans l'ectoplasme avec la pointe dirigée vers la membrane du cilié. Environ seuleemnt 30 % des spécimens montrent la présence de ces endosymbiontes.

L'appareil nucléaire est constitué par une chaîne de 11 à 66 macronoyaux (moyenne: 29, n = 85 !) réunis par la membrane nucléaire (noyau moniliforme). La longueur de chaque monile est de huit à 16 µm (moyenne: 11, n = 34) et leur largeur de 7,7 µm en moyenne (n = 25). Cette chaîne macronucléaire est accompagnée par trois à 31 micronoyaux (moyenne 14, n = 46).

Nous avons consacré beaucoup de temps à l'étude de nos meilleurs spécimens imprégnés par le protargol. Il reste, toutefois, des points de structure qui demandent à être éclairés. Nous n'avons pas pu comprendre la nature de l'élargissement des cils péribuccaux, présents chez la plupart des individus. Nous ignorons encore le rapport exact entre la structure en brosse et les cinéties somatiques. Les étranges "trichites" spiralées endoplasmiques sont-ils en relation avec l'infraciliature ? D'où proviennent les "trichocystes" en navette, endoplasmiques aussi, qui explosent sous forme de filaments ? (Ils ne peuvent être confondus avec les mucocystes ectoplasmiques dont la taille et la forme sont différentes). Bref, malgré tout, *Holophrya oblonga* présente encore bien des mystères.

Discussion: Quoique commune dans divers biotopes marins (sables fins, cuvettes côtières, aquariums d'eau de mer), *Holophrya oblonga* a été rarement étudiée. C'est MAUPÀS (1883) qui l'a découverte à Alger. Les spécimens qu'il avait étudiés étaient plutôt petits (300 à 400 µm), présentaient une tache pigmentaire jaune-brun apicale et de très nombreux petits macronoyaux (plus de 100, longs de seulement 3 à 5 µm). La forme générale ressemble à la *H. oblonga* de DE MORGAN mais s'en distingue par sa petite taille, sa tache pigmentaire et son noyau pulvérisé. L'espèce décrite par MAUPAS n'est pas, à notre avis, *H. oblonga* des auteurs modernes. Pourtant, DADAY (1886) avait décrit une *Holophrya maxima*, de 700 à 900 µm de long à macronoyaux en chaîne qui est probablement notre *H. oblonga*. Dans ces conditions, il faudrait peut-être renoncer à *l'Holophrya oblonga* de MAUPAS et appeler le cilié que nous présentons dans cette étude *Holophrya maxima* DADAY 1886.

DE MORGAN (1925) pense avoir retrouvé à Plymouth, l'*H. oblonga* de MAUPAS. Il est, d'emblée, surpris par la très forte variation de longueur de la cellule: de 250 à 2000 µm sur le vivant (rapport 1:8 !). DE MORGAN figure aussi un individu en train de se diviser en trois segments. Pour l'auteur anglais, il y aurait dans les populations de *H. oblonga* un mélange de "jeunes individus", plus petits et pourvus d'une région terminale pointue et d'adultes (!) beaucoup plus grands, à région terminale arrondie. Nous pensons qu'en fait, DE MORGAN a étudié une mélange de deux morphotypes différents. Nous avons étudié *H. oblonga* à plusieurs reprises et, sur des centaines d'individus observés, des plus grands au plus petits, nous n'avons jamais vu de cellules à pointe caudale (même les individus "minuscules" de seulement 250 µm, étaient pourvus d'une région terminale arrondie). DE MORGAN a très bien vu que *H. oblonga* est un cilié vermiforme, flexible, opaque (avec parfois des taches pigmentaires brunes) pourvu d'une grande vacuole contractile terminale, associée à plusieurs canaux collecteurs (deux à six). DE MORGAN n'a pas pu compter les cinéties (trop serrées) mais signale 80 macronoyaux tout en admettant qu'il puisse y en avoir 100 ou même plus (en se basant sur les affirmations de MAUPAS). Pourtant, dans sa figure n° 2 (notre Fig. 270), on peut compter 62 macronoyaux disposés en chaîne et d'un diamètre bien supérieur à trois ou six µm. Nous-mêmes avons pu compter jusqu'à 66 macronoyaux dans des cellules géantes. DE MORGAN pense que les "vieux" individus

peuvent présenter un noyau moniliforme assez volumineux. Il suppose même une fusion des macronoyaux au moment de la division. DE MORGAN n'a pas pu mettre en évidence les micronuclei. Des deux variantes que figure DE MORGAN (forme "jeune" et forme "âgée" ?) nous ne retiendrons que la plus grande à région terminale arrondie.

KAHL (1933) ne semble pas avoir observé lui-même *H. oblonga*. La description qu'il donne, ainsi que les figures publiées (Fig. 274) résument les résultats obtenus par MAUPAS et DE MORGAN. DRAGESCO (1960) pense avoir retrouvé *H. oblonga* dans les sables fins de Roscoff. Les spécimens de Bretagne sont grands (700 à 1600 µm de long), pourvus de 140 cinéties et d'une chaîne de 40 à 60 macronoyaux. DRAGESCO signale de 60 à 90 micronoyaux, en contradiction avec la présente étude (trois à 31 micronoyaux). DRAGESCO (1963), toujours à Roscoff, décrit (trop brièvement) la "variété" de *H. oblonga* (mesurant 500 µm de long) pourvue d'une pointe caudale et de 100 cinéties, de seulement 20 gros macronoyaux et d'une structure en brosse. Ce cilié correspond assez bien aux formes dites "jeunes" de *H. oblonga* de DE MORGAN. Il s'agit certainement d'une espèce distincte qu'on pourrait appeler *Holophrya tenuicaudata* spec. nova. HARTWIG (1980) retrouve aux Bermudes une population de *H. oblonga* de 1100 µm de long, comptant une centaine de cinéties et une chaîne de 45 macronoyaux.

Finalement, il semblerait qu'il existe au moins *deux* morphotypes de *H. oblonga* à région caudale arrondie, se différenciant par leur appareil nucléaire: soit près de 100 macronoyaux de petite taille (3 à 5 µm) soit une chaîne de 11 à 66 macronoyaux de 10 µm de longueur. Mais *Holophrya oblonga* n'a pas fini de nous livrer tous ses secrets. On peut aussi se poser une question: l'*Holophrya* de DE MORGAN et de DRAGESCO, HARTWIG etc. est-elle une *Holophrya*?

Pour certains auteurs (PUYTORAC 1994), les Holophryidae PERTY 1852 seraient des ciliés dépourvus de structure en brosse mais pourvus d'une double cinétie circumorale. Pour SMALL & LYNN (1985), les *Holophrya* devraient être des ciliés plus simples que les Prorodontidae, en principe dépourvus de structure en brosse. Pourtant la figure publiée par les auteurs américains est celle de *H. atra* SVEC 1897, vue aussi par DRAGESCO et al. (1974) qui montre une véritable ébauche de structure en brosse et une double corbeille de némadesmes. Par contre FOISSNER et al. (1994), se basant sur le travail de HILLER & BARDELE (1988) admettent l'existence d'une structure en brosse chez les Holophryidae (du type "enklitolophe" ou "aklitolophe"). Les diverses espèces décrites par FOISSNER et al. (1994) possèdent des structures en brosse et des némadesmes (et sont finalement très proches des *Prorodon*). *H. oblonga* est une espèce très complexe, pourvue d'une très longue structure en brosse de type aklitolophe (suivant HILLER et BARDELE), de très longs némadesmes, de trichites, et de cinéties constituées de monocinétides.

Finalement nous estimons qu'une révision des diagnoses des genres *Holophrya* et *Prorodon* devraient montrer, avec plus de précision, les différences qui séparent ces deux genres voisins (mais classés dans deux ordres différents).

Table 15: Morphometric characteristics of *Holophrya oblonga* MAUPAS, 1883, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	620	600	202	20,2	33,3	250	1200	166*
Body, width	72,5	70	32,3	3,2	44,6	20	170	106
Kineties, number	98	100	6,8	2,3	7	90	110	10
Macronuclei, number	29,5	28	11,3	1,2	38,4	11	66	85
Macronuclei, length	11,6	11	1,9	0,3	16,7	8	16	34
Macronuclei, width	7,7	8	1,4	0,3	18,7	5,5	10	25
Micronuclei, number	14,5	13	8,7	1,3	60,3	3	31	46
Micronuclei, diameter	4,4	4,5	1,0	0,3	22,5	3	6	14
Mouth, width	24	25	4,2	1,1	34,7	17	31	18
Monokinetids, in 10 µm	12	12	1,6	0,4	13,3	9	14	15
Trichtes I, length	4,9	5	0,6	0,2	13	4	6	13
Trichtes II, length	20	18	7,3	2,1	36	13	35	13
Nemadesmes, length	80	-	-	-	-	65	95	6
Extrusoms, length	8,8	8	2,4	0,7	27	5	13	13
Bactéria, length	2	2	0,5	0,1	27	1	3	15
Endosymbionts, length	4,9	5	0,6	0,1	12,4	3,5	6,5	31
Buccal cilia, length	4,5	-	-	-	-	4	5	6
Buccal dikinetids, number	150	-	-	-	-	135	167	5

Ordre des Philasterida SMALL 1967

Famille des Loxocephalidae JANKOWSKI 1964

Cardiostomatella vermiforme **(KAHL 1928) CORLISS 1960 (Fig. 278-303, Tables 16, 17)**

Le genre *Cardiostoma* KAHL 1920 est devenu *Cariostomatella* CORLISS 1960 (le nom était non valide, déjà utilisé pour un mollusque). Ce grand cilié marin a été signalé ou décrit par plusieurs auteurs, mais ce n'est qu'à partir de 1980 que sa morphologie a pu être correctement interprétée. Nous l'avons trouvé dans les sables fins des plages de Sète où trois populations ont pu être étudiées (1994, 1996, 1997). Ce cilié ayant fait l'objet d'une étude approfondie par AL-RASHEID (2001), nous nous contenterons d'une redescription rapide suivie d'une discussion plus élaborée.

C. vermiforme est un cilié de grande taille (150 à 600 µm de long sur le vivant); longueur moyenne: 190 µm, après fixation (n = 35), largeur moyenne: 74 µm (n = 35). Sur le vivant, la cellule est cylindrique, plus élargie dans sa région apicale. Le cytoplasme est moyennement transparent mais montre une condensation de pigment sombre (brunâtre) dans la région pré-orale. La vacuole contractile est terminale et très volumineuse, souvent accompagnée par des vacuoles satellites marginales. La cellule est modérément contractile et montre sur le vivant une ciliature dense ainsi qu'une touffe de cils caudaux plus longs. La bouche est difficilement visible sur le vivant; elle est très petite et porte des membranelles ainsi qu'une membrane ondulante. Une nette suture antérieure arquée est visible sur les ciliés légèrement comprimés, ainsi que des trichocystes périphériques et un appareil nucléaire moniliforme (Fig. 228).

Cardiostomatella vermiforme ne s'imprègne pas facilement par le protargol mais nous avons pu étudier une trentaine de spécimens. La ciliature est constituée de 85 à 120 cinéties bi-polaires (moyenne: 103, n = 35) très serrées, constituées de monocinétides denses (neuf à 13 sur 10 µm de longueur). De quatre à cinq cinéties ventrales s'arrêtent au niveau de l'ouverture buccale tandis que les cinéties gauches et droites contournent la bouche pour se rencontrer obliquement au niveau de la suture pré-orale très apparente. L'imprégnation au nitrate d'argent montre un argyrome à mailles rectangulaires (Fig. 282). Le protargol imprègne fortement les trichocystes sous-cuticulaires en forme de navette. Ces extrusomes sont longs de 1,8 à 2,8 µm, quelques-uns explosent sous l'effet du fixateur pour se transformer en filaments courts (de 7,5 à 9 µm de long; Fig. 283, 284). La bouche est très petite et son infraciliature difficile à imprégner avec précision. Elle est constituée par trois membranelles adorales assez courtes, comportant au moins deux rangées de cinétosomes contigus. Nos imprégnations ont été trop poussées pour pouvoir en dire davantage, mais les observations d'autres chercheurs permettent de penser qu'il existe plutôt trois rangées de très courtes cinéties. Ces trois structures adorales nous ont paru légèrement divergentes (et non pas parallèles). Du côté paroral, on observe une membrane ondulante courbe (stychodyade, suivant PUYTORAC et al. 1981) dont les monocinétides sont reliées par des fibrilles et disposées en zig-zag (Fig. 283). Cette structure buccale est bien celle d'un Loxocephalidae. L'appareil nucléaire est constitué par une chaîne de quatre à 17 macronoyaux (moyenne: 10, n = 63) de 10 × 8 µm (suivant les populations les nodules macronucléaires peuvent présenter une forme plus ou moins allongée, Fig. 285, 286). De deux à 11 micronoyaux sphéroïdaux (moyenne: 5, n = 2 mesurant 2,8 µm de diamètre en moyenne).

Discussion: *Cardiostoma vermiforme* a été décrite et figurée par KAHL dès 1928. Les ciliés décrits par KAHL étaient de taille assez petite (200 à 350 µm), de forme assez souple, possédant plusieurs vacuoles contractiles marginales (mais pas de vaste vacuole terminale !?), une très petite aire buccale en forme de cœur (herzförmige) dont il n'a pas pu détailler la ciliature. C'est FAURE-FREMIET (1957) qui a vu, pour la première fois, la vraie structure infraciliaire buccale de "type tetrahyménien", probablement après imprégnation par le nitrate d'argent (nous ne disposons pas de figure à ce sujet car FAURE-FREMIET s'était intéressé aux inclusions minérales de nature calcique qui garnissent l'endoplasme de la région antérieure du cilié). DRAGESCO (1960) a retrouvé *C. vermiforme* dans les sables fins de Roscoff. Son étude avait été réalisée en fait en 1955 donc antérieurement à la publication de FAURE-FREMIET. N'ayant pas réussi à imprégner par le nitrate d'argent les cinéties buccales, DRAGESCO n'a pas pu les figurer correctement. Mais DRAGESCO (1963) retrouve *C. vermiforme* à Roscoff et malgré des imprégnations apparemment réussies, n'a pu mettre en évidence que la cinétie parorale. Heureusement BORROR (1963), au courant de l'observation de FAURE-FREMIET, réussit à imprégner en profondeur et figure, pour la première fois, les petites membranelles adorales (en position quelque peu atypique) mais reste évasif quant à la membrane ondulante parorale, pourtant figurée schématiquement. FENCHEL (1969) nous propose une très bonne image de *C. vermiforme*, vue sur le vivant. CZAPIK & JORDAN (1977) signalent *C. vermiforme* et publient une photographie qui permet de deviner la structure tetrahyménienne de la bouche. De PUYTORAC et al. (1981) classent enfin *Cardiostomatella* parmi les Scuticociliés Loxocephalides. Mais sa description de *C. vermiforme* est peu conforme et correspond à une autre espèce de *Cardiostomatella*. PUYTORAC et al. (Fig. 300) précisent que les premiers cinétosomes de chaque cinétie sont jumelés et que la première

cinétie (tangente à la bouche) débute par quatre cinétosomes alignés (détails qui n'ont pas été confirmés par les observations ultérieures). Les trois organelles adoraux seraient constitués de trois rangés de cinétosomes en accord avec AL-RASHEID mais en désaccord avec FENCHEL et al. (voir plus loin). SMALL & LYNN (1985) décrivent (trop brièvement) une nouvelle espèce *C. chesapeakensis* qui est peut-être un genre nouveau. (la bouche est anormalement grande et présente des stries orales prononcées; on y voit aussi une scutica). Finalement FENCHEL et al. (1995) publient une superbe image (Fig. 301) de l'infraciliature apicale de *C. vermiforme*, d'après une imprégnation par la carbonate d'argent. Cette image montre l'infraciliature des trois membranelles avec une grande précision. AL RASHEID (2001) a reétudié avec soin, *C. vermiforme* trouvée dans le mésopsammon de la Mer Rouge (Fig. 302, 303). Nous avons pu comparer les moyennes de principales valeurs morphométriques des populations de Sète (présent travail) et d'Arabie. La concordance est des plus satisfaisantes (Tableau 17).

Table 16: Morphometric characteristics of *Cardiostomatella vermiforme* (KAHL 1928) CORLISS, 1960, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	190	200	50,4	8,6	26,5	90	305	35
Body, width	74	72	16,2	2,7	22	42	100	35
Kineties, number	103	100	10,3	2,7	10	85	120	15
Macronuclei, number	10	9	2,8	0,4	28	4	17	63
Macronuclei, length	10,5	10	30	0,5	28	6	20	37
Macronuclei, width	8,3	9	1,7	0,4	21	5,5	11	24
Micronuclei, number	5,3	5	2,7	0,5	51	2	11	25
Micronuclei, length	2,8	3	0,6	0,2	21	2	3,8	12
Mouth, width	10	-	-	-	-	8	13	6
Trichocysts, length	2,2	-	-	-	-	18	2,8	8
Dikinetids, number in 10 µm	11,3	12	1,13	0,3	10	9	13	16

Table 17: Comparison of morphometric characters of *Cardiostomatella vermiforme* of two different populations.

Mean values (X)	Body length	Body width	Macronuclei number	Macronuclei length	Macronuclei number	Trichocysts length	Kineties number
AL-RASEID K. (2001)	228	73	10	10	6,6	1,4	100
DRAGESCO (present work)	190	74	10	10,5	5;3	2,2	103

Une fois de plus, la comparaison de données morphométriques de diverses populations d'une même espèce montre à quel point la variabilité intraspécifique reste faible. L'obtention de données biométriques est désormais une technique indispensable pour décrire ou redécrire des morphotypes de ciliés.

Autres espèces de *Cardiostomatella*: Dans leur étude de *C. vermiforme* FENCHEL et al. (1995) concluent "it may be realistic to combine all *Cardiostomatella* together in one species: *C. vermiforme*". Nous ne sommes pas de cet avis. Un certain nombre de *Cardiostomatella*, décrites autrefois, sont soit trop brièvement analysées soit d'une identification douteuse. Nous admettons que les *C. vermiforme* de CZAPIK & JORDAN (1977),

de HARTWIG (1980) et de RICCI et al. (1982) ne peuvent être prises en considération. L'espèce *C. vermiforme* n'est sûrement identifiée que par BORROR (1963), FENCHEL (1969), FENCHEL et al. (1995) et AL-RASHEID (2001). Notre propre étude correspond aux descriptions de ces auteurs. Par contre, il est difficile de savoir si *C. mononucleata* (DRAGESCO 1963), *C. minuta* (DRAGESCO 1965) et *C. chesapeakensis* (SMALL & LYNN 1985)sont des espèces valables (ou même tout simplement des morphotypes du genre *Cardiostomatella*). Mais ceci ne nous permet pas de conclure que le genre soit monotypique d'autant plus que la *C. vermiforme* décrite, en détail, par PUYTORAC et al. (1981) représente un morphotype très différent de l'espèce que nous avons définie plus haut. Elle compte 65 à 70 cinéties (au lieu de 100 à 110); son appareil nucléaire est constitué par deux énormes macronoyaux très éloignés, réunis par une sorte de "pédoncule". En fait, il s'agit d'une nouvelle espèce de *Cardiostomatella* qu'on pourrait appeler *C. binucleata* (Fig. 298, 299). Par ailleurs, PUYTORAC et al. ont sûrement travaillé avec un mélange d'espèces car la figure de l'infraciliature montre bien plus que 65 à 70 cinéties et leur figure 12 (présentant une coupe observée au microscope électronique) montre un fragment de noyau moniliforme normal, constitué de plusieurs nodes de taille correcte.

Sous-classe des Scuticociliatia SMALL 1967

Ordre des Philasterida SMALL 1967

Famille des Cinetochilidae PERTY 1852

Sathrophilus arenicolus spec. nova. (Fig. 304-318, Table 18)

Dans les sables fins de l'Aber de Roscoff (1999), nous avons trouvé un petit cilié tetrahyménien très peu abondant: une dizaine d'individus, correctement imprégnés par le protargol, sur plusieurs lames contenant d'autres espèces de plus grande taille. La présence de ce Scuticocilié a été très surprenante car nous n'avions jamais trouvé auparavant cette sous-classe dans les sables marins. Il nous a été possible de retrouver quelques individus vivant dans le milieu de prélèvement, mais jamais en assez grand nombre pour pouvoir tenter une imprégnation par le nitrate d'argent (CHATTON et LWOFF).

Diagnose: *Satrophilus arenicolus* spec. nova. est un cilié de taille moyenne (longueur: 60 à 70 µm) pourvu de 26 cinéties. Les cinéties somatiques n° 25 et 26 présentent la particularité de débuter par plusieurs cinétosomes presque contigüs. La ciliature buccale comporte trois polycinéties adorales disposées de façon très précise et *deux* cinéties parorales. La scutica est constitué par une cinétie méridienne, alignant cinq à six cinétosomes assez écartés. Le macronoyau est sphéroïdal et accompagné d'un micronoyau. *S. arenicolus* est l'unique espèce marine du genre.

Ethymolgie: *arenicolus* de arena (subst. masc.): sable, qui vit dans le sable.

Description: *S. arenicolus* mesure de 50 à 70 µm sur le vivant (52 µm de long et 22,5µm de large, n = 10 sur cellules fixées et imprégnés). De forme cylindrique-ovalaire, la cellule est transparente et possède un long cil caudal. Sur le vivant, on distingue les cils des organelles adoraux et paroraux ainsi qu'un macronoyau sphéroïdal volumineux, la grande vacuole contractile terminale et de nombreuses vacuoles digestives (Fig. 304). L'imprégnation par le protargol met en évidence 26 cinéties somatiques bi-polaires qui portent de 19 à 26 monocinétides (les cinétosomes antérieurs de chaque cinétie sont jumellés, comme c'est souvent le cas pour la plupart des Cinétochilidae). Les cinéties

gauches et droites s'infléchissent au-dessus de l'aire buccale pour constituer une zone sécante apparente. L'argyrome semble être constitué par des lignes argyrophiles perpendiculaires aux cinéties (comme chez d'autres espèces de *Satrophilus*). Deux particularités de l'espèce sont à signaler: la dernière cinétie débute par un ensemble de huit cinétosomes très serrés (en fait quatre paires rapprochées). L'avant dernière cinétie, qui s'infléchit vers la ligne de suture antérieure, débute par quatre cinétosomes serrés. Dans la région terminale de la cellule, les cinétosomes sont disposés en deux à trois anneaux concentriques. La calotte polaire terminale est glabre mais possède un cinétosome terminal à l'origine du long cil caudal (Fig. 305, 306). L'infraciliature buccale est constituée par un ensemble de cinéties de type tetrahyménien. A gauche sont situées trois membranelles adorales, une polycinétie M_1 de 4,8 à 6 µm de long constituée de deux rangées de cinétosomes et une polycinétie M_2 présentant deux éléments structuraux: deux cinéties presque coalescentes et une très petite cinétie double en position perpendiculaire (l'ensemble a la forme d'un marteau). La polycinétie M_3 est très petite, segment de forme variable, constitué par de cinétosomes coalescents (surcoloration au protargol). A droite de l'ouverture buccale (invisible), on observe une première cinétie parorale de 10 à 13 µm de long qui débute entre les polycinéties M_1 et M_2 et semble correspondre à une stychodyade. Une deuxième cinétie parorale est toujours présente, constituée par un petit bout de cinétie à cinétosomes coalescents (débutant au niveau supérieur de la polycinétie M_1) qui se continue par six à sept cinétosomes très rapprochés faisant partie de la cinétie n° 1. Une scutica est présente, bien caractéristique, constituée par une petite cinétie de six à sept cinétosomes, disposés de façon rectiligne et méridiane. L'imprégnation par le protargol n'a pas permis de voir le pore de la vacuole contractile et le cytoprocte (Fig. 305, 306, 307). L'appareil nucléaire est constitué par un macronoyau sphéroïdal (mais qui peut présenter des formes diverses après fixation). Sa longueur est de 12,5 µm (n = 10) et sa largeur de 10 µm (n = 10). Il est toujours accompagné d'un micronoyau adjacent (Fig. 309).

Table 18: *Sathrophilus arenicolus* spec. nova, measurements in µm.

Character	X	M	SD	SE	CV	Min	Max	n
Body, length	51,8	52,5	3,4	1,2	6,8%	45	56	10
Body, width	22,6	22,5	2,.02	0,67	9%	19,5	26	10
Kineties, number	26	26	1,7	0,56	6,5%	24	29	10
Kinetosomes number on kineties	22	22,5	2,1	0,7	9,5%	19	26	10
Polykinetie M_1, length	5,3	5,25	0,3	0,1	7%	4,8	6	10
Polykinetie M_2, length	1,7	5	0,25	0,08	5%	4,5	5,5	10
Polykinetie M_3, length	11,7	1,6	0,3	0,1	19%	1,2	2,2	10
Paroral kinety 1, length	7	12	1,2	0,4	10%	0,5	13	10
Paroral kinety 2, length	10,5	10	0,8	0,3	8,2%	9,5	12	10
Macronucleus, length	12,6	13	1,8	0,6	14,5%	10	15	10
Macronucleus, width	10,2	10	1,8	0,6	18%	8	14	10
Mouth aperture, length	13	14	3,9	1,3	30%	12	16	10
Mouth aperture, width	7,4	7	0,8	0,2	11%	6,5	9	10
Numbers of monokinetids in 10 µm	5,2	5	0,5	0,2	10%	4,5	6	10

Discussion: Le cilié que nous venons de décrire nous semble devoir appartenir au genre *Sathrophilus* CORLISS 1960, quoi qu'il présente aussi des similitudes avec les *Dexiotricha* STOKES 1885. *S. arenicola* est très différent des quelques espèces dont on a pu étudier l'infraciliature: *S. muscorum* (KAHL 1930, CORLISS 1960) étudié par STOUT (1956), THOMSON & CONE (1963), BUITKAMP (1977), FOISSNER et al. (1982), *S. granulatus* CZAPIK (1968), *S. vernalis* DRAGESCO & GROLIERE (1969), *S. hovassei* GROLIERE (1976) (redécrit par FOISSNER et al. 1982). Il n'est pas souhaitable de discuter dans le détail, les similitudes et les différences entre *S. arenicola* et les espèces que nous venons de citer. Les différences sont nombreuses et le lecteur peut les observer en comparant les Fig. 304-309 aux Fig. 313-318.

References

AESCHT E. (2001): Catalogue of the generic names of Ciliates (Protozoa, Ciliophora). — Denisia. **1**: 1-350.

AGAMALIEV F.G. (1968): Materials on morphology of some psammophilic Ciliates of the Caspian sea. — Acta Protozool. **6**: 225-243.

AL-RASHEID K.A.S. (1999): A review of marine and brackish water interstitial Ciliates from the Arabian Gulf, its offshore islands and Al-Harra oasis, with notes on their ecological status and recovery after the 1991 Gulf war oil spill. — Arab. Gulf. Jour. Scient. Res. **17**: 336-338.

AL-RASHEID K.A.S. (2000): First record of the marine Ciliate *Anigsteinia candida* (YAGIU & SHIGENAKA 1956) ISQUITH & REPAK 1974 from the Arabian Gulf. — Jpn. J. Protoz. **33**: 35-38.

AL-RASHEID K.A.S. (2001): Redescription of marine Ciliate *Cardiostomatella vermiforme* (KAHL 1928) CORLISS 1960. — Protistology **2**: 15-21.

ANIGSTEIN L. (1912): Über zwei neue marine Cilates. — Arch. Protistenk. **24**: 127-141.

BOCK K.J. (1952): Über einige Holo- und Spirotrichen Ciliaten aus den marinen Sandgebieten der Kieler Bucht. — Zool. Anz. **149**: 107-115.

BORROR A.C. (1963): Morphology and ecology of the benthic ciliated protozoa of Alligator Harbor, Florida. — Arch. Protistenk. **106**: 495-534.

BUITKAMP U. (1977): Die Ciliatenfauna der Savanne von Lamto (Elfenbeinküste). — Acta Protozool. **16**: 249-276.

CAREY P.G. (1992): Marine interstitial ciliates, an illustrated key. — Chapman & Hall, London, 1-351.

CHORIK F.P. (1968): Free living ciliates in Moldavian water bassins. — Akad. Nauk. M.S.S.R., Kishinev: 1-251.

CZAPIK A. (1968): La famille Tetrahymenidae et son importance dans la systématique et l'évolution des Ciliés. — Acta. Protozool. **5**: 315-357.

CZAPIK A. & A. JORDAN (1976): Les Ciliés psammophiles de la mer baltique aux environs de Gdansk. — Acta Protozool. **15**: 423-445.

CZAPIK A. & A. JORDAN (1977): Les Ciliés psammophiles de la mer baltique aux environs de Gdansk (partie II). — Acta Protozool. **16**: 165-168.

DADAY E. (1886): Ein kleiner Beitrag der Infusorienfauna des Golfes von Neapel. — Mitt. Zool. Stn. Neapel **6**.

DE MORGAN W. (1925): Some marine ciliates living in the laboratory tanks of Plymouth, with description on a new species, *Holophrya coronata*. — J. Mar. Biol. Assoc. **14**: 23-53.

DRAGESCO J. (1960): Ciliés mésopsammiques littoraux — Trav. Biol. Roscoff (N.S.) **12**: 1-356 pp.

DRAGESCO J. (1963): Compléments à la connaissance des ciliés mésopsammiques de Roscoff. I. Holotriches. — Cah. Biol. Mar. **4**: 91-119.

DRAGESCO J. (1965): Ciliés mésopsammiques d'Afrique noire. — Cah. Biol. Mar. **6**: 337-399.

DRAGESCO J. (1966): Ciliés libres de Thonon et ses environs. — Protistologica. **2**: 59-95.

DRAGESCO J. (1996): Infraciliature et morphométrie de cinq espèces de ciliés mésopsammiques méditeranéens. — Cah. Biol. Mar. **37**: 261-293.

DRAGESCO J. (1999): Contribution à la connaissance des Trachelocercia (Ciliata, Karyorelictea), infraciliature, morphométrie — Ann. Sci. Nat. **1**: 1-38.

DRAGESCO J., IFTODE F. & G. FRYD-VERSAVEL (1974): Contribution à la connaissance de quelques Ciliés Holotriches Rhabdophores. I. Prostomiens. — Protistologica. **10**: 59-75.

DRAGESCO J. & C.A. GROLIERE (1969): Le Cilié *Sathrophilus vernalis* n. sp. (Holotricha Hymenostomata). — Ann. Stn. Biol. Besse-en-Chandesse. **4**: 281-290.

DRAGESCO J. & A. DRAGESCO-KERNEIS (1986): Ciliés libres de l'Afrique intertropicale. — (Faune Tropicale) Editions de l'Orstom, Paris. **26**: 1-559.

EHRENBERG C.G. (1840): Das grössere Infusorienwerk. — Ber. Verk. K. Preuss. Akad. Wiss. Berlin **1840**: 197-219.

FAURE-FREMIET E. (1950): Ecologie des ciliés psammophiles littoraux. — Bull. Biol. Fr. Belg. **84** (**1**): 35-75.

FAURE-FREMIET E. (1957): Concrétions minérales intracytoplasmiques chez les Ciliés. — J. Protozool. **4**: 96-105.

FENCHEL T. (1969): The ecology of marine microbenthos. IV. Structure and function of the benthic ecosystem, its chemical and physical factors and the microfauna communities, with special reference to the ciliated protozoa. — Ophelia **6**: 1-182.

FENCHEL T., BERNARD C., ESTEBAN G., FINLAY B.J., HANSEN P.J. & N. IVERSEN (1985): Microbial diversity and activity in a Danish fjord with anoxid deep water. — Ophelia. **43**: 45-100.

FOISSNER W. (1987): Miscelanea nomenclatoria ciliatea. — Arch. Protistenk. **133**: 219-235.

FOISSNER W. (1997): Updating the trachelocercids (Ciliophora, Karyorelictea) V. Redescription of *Kovalevaia sulcata* (KOVALEVA 1966) gen. n., comb. n. and *Trachelocerca incaudata* KAHL 1933. — Acta Protozool. **36**: 197-219.

FOISSNER W., ADAM H. & W. FOISSNER (1982): Morphology, infraciliature and silverline system of some little known Scuticociliatida (Protozoa, Ciliophora). — Zool. Jb. Syst. **109**: 443-468.

FOISSNER W., BERGER H. & F. KOHMANN (1994): Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystem. Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. — Informationsberichte Bayer Landesamtes für Wasserwirtschaft. **14**: 1-548.

FOISSNER W. & J. DRAGESCO (1996a): Updating the trachelocercids (Ciliophora, Karyorelictea). III. Redefinition of the genera *Trachelocerca* EHRENBERG and *Tracheloraphis* DRAGESCO and evolution in trachelocercid ciliates. — Arch. Protistenk. **147**: 43-91.

HARTWIG E. (1973): Die Ciliaten des Gezeiten Sandstrandes des Nordsee Insel Sylt. I. Systematik. — Mikrofauna Meeresboden **18**: 1-69.

HARTWIG E. (1980): The marine interstitial ciliates of Bermuda, notes on their geographical distribution and habitat. — Cah. Biol. Mar. **21**: 429-441.

HARTWIG E. & J.C. PARKER (1977: On the systematic and ecology of interstitial ciliates of sandy beaches in North Yorkshire. — J. Mar. Biol. Ass. U.K. **57**: 735-760.

HILLER S. & C.F. BARDELE (1988): *Prorodon aklitolophon* n. spec. and "dorsal brush" as a character to identify certain subgroups in the genus *Prorodon*. — Arch. Protistenk. **136**: 213-236.

ISQUITH I.R. & A.J. REPAK (1974): The systematic of the genus *Anigsteinia* ISQUITH 1968. — Acta Protozool. **13**: 193-200.

ISQUITH I.R. (1968): *Anigsteinia* g. n. a member of the family Spirostomatidae. — J. Protozool. **15**: 26.

JANKOWSKI A.W. (1964): Morphology and evolution of Ciliophora. IV. Sapropelbionts of the family Loxocephalidae fam. nova, their taxonomy and evolutionary history. — Acta Protozool. **2**: 33-58.

JANKOWSKI A.W. (1968): Morphology and systematic status of the genus *Cinetochilum* (Ciliata, Hymenostomata). Akad. Nauk. S.S.P. Leningrad. **47**: 187-194.

KAHL A. (1928): Die Infusorien (Ciliata) der Oldesloer Salzwasserstellen. — Arch. Hydrobiol. **19**: 50-123.

KAHL A. (1933): Ciliate libera et ectocomensalia. — Tierwelt Nord und Ostsee. **23** (Teil II, C3): 29-146.

KAHL A. (1935): Urtiere oder Protozoa I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). Eine Bearbeitung der freilebende und ectocomensalen Infusoria des Erde unter Anschluss der mariner Tintinidae. — G. Fischer: 1-186.

KIESSELBACH A. (1936): Zur Ciliaten Fauna der nördlichen Adria. — Thalassia **2**: 1-53.

MAUPAS E. (1883): Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires Ciliés. — Arch. Zool. Exper. Gen. **1**: 427-664.

MÜLLER O.F. (1786): Animalcula infusoria fluviatiliae et marinae quae detexit, systematice descript et ad virum delineam curavit — N. Mölleri, Havniae et Lipsiae: i-ivi, 1-367.

PUYTORAC P. de (Ed.) (1994): Infusoires Ciliés. Fascicule 2: Systématique — Traité de Zoologie **2/2**, Masson éd. Paris: 1-880.

PUYTORAC P. de, DETCHEVA R. & C.A. GROLIERE (1981): Le Cilié incertae saedis *Cardiostomatella vermiforme* KAHL, 1928 est un Scuticociliatida Loxocephalidae JANK. 1964. — Arch; Protistenk. **124**: 110-124.

RAIKOV I.B. (1960): La faune interstitielle des infusoires du littoral sableux de la baie Dalniye Zelentzy, Mourmanie orientale. — Trav. Inst. Biol. Mar. Mourmansk. **3**: 325-361.

RAIKOV I.B. (1962): Les ciliés mésopsammiques du littoral de la mer Blanche (URSS) avec une description de quelques espèces nouvelles ou peu connues. — Cah. Biol. Mar. **3**: 325-361.

RAIKOV I.B. & V.G. KOVALEVA (1968): Complements to the fauna of psammobiotic Ciliates of the Japan sea (Posjet Gulf). — Acta Protozool. **6**: 309-333.

RICCI N., SANTANGELO G. & P. LUPORINI (1982): Researches on the coast of Somalia. Sand-dwelling ciliates. — Monit. Zool. Ital. (N.S.) suppl. XVII, **4**: 115-148.

SCHMALL G. (1976): Organismen-Besiedlung und Stoffhaushalt von schwefelwasserstoff-haltigen Modellökosystem. — Dipl.-Arb. Rh Fried. Wilh. Univ., Bonn.

SMALL E.B. & D.H. LYNN (1985): Phylum Ciliophora DOFLEIN 1901. — In LEE J.J., HUTNER S.H. & BOVEE E.C. (Eds.): An illustrated guide to the Protozoa. Society of Protozoologists, Allen Press, Kansas: 393-575.

STOUT J.O. (1956): *Saprophilus muscorum* KAHL, a tetrahymenid ciliate. — J. Protozoal. **3**: 28-30.

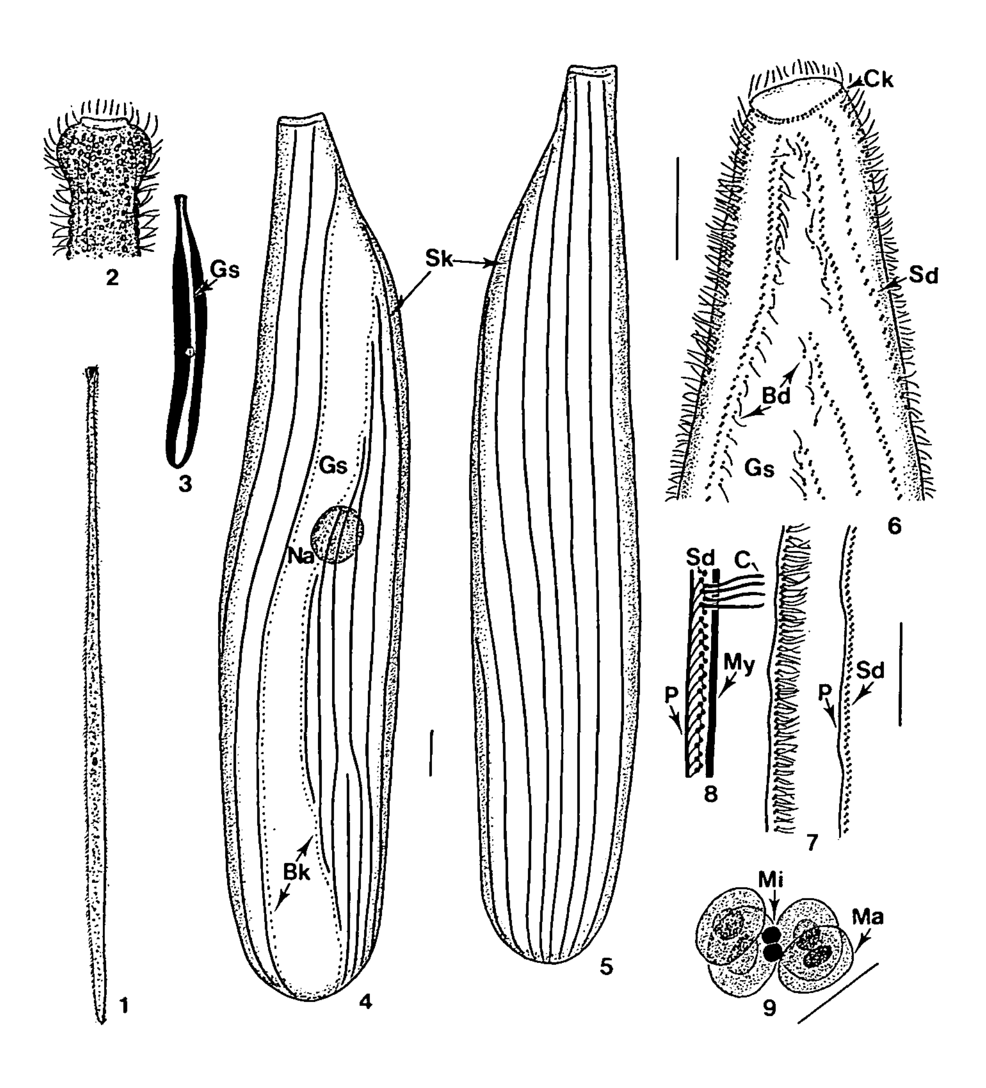
THOMPSON J.C. JR. & M.V. CONE (1963): A redescription of the hymenostome ciliate *Satrophilus* (*Saprophilus*) *muscorum* (KAHL 1931) CORLISS 1960, with particular attention to the buccal apparatus. Virginia Jr; Sci.: 16-22.

WILBERT N. (1975): Eine verbesserte Technik des Protargolimprägnation für Ciliaten — Mikrokosmos. **64**: 171-179.

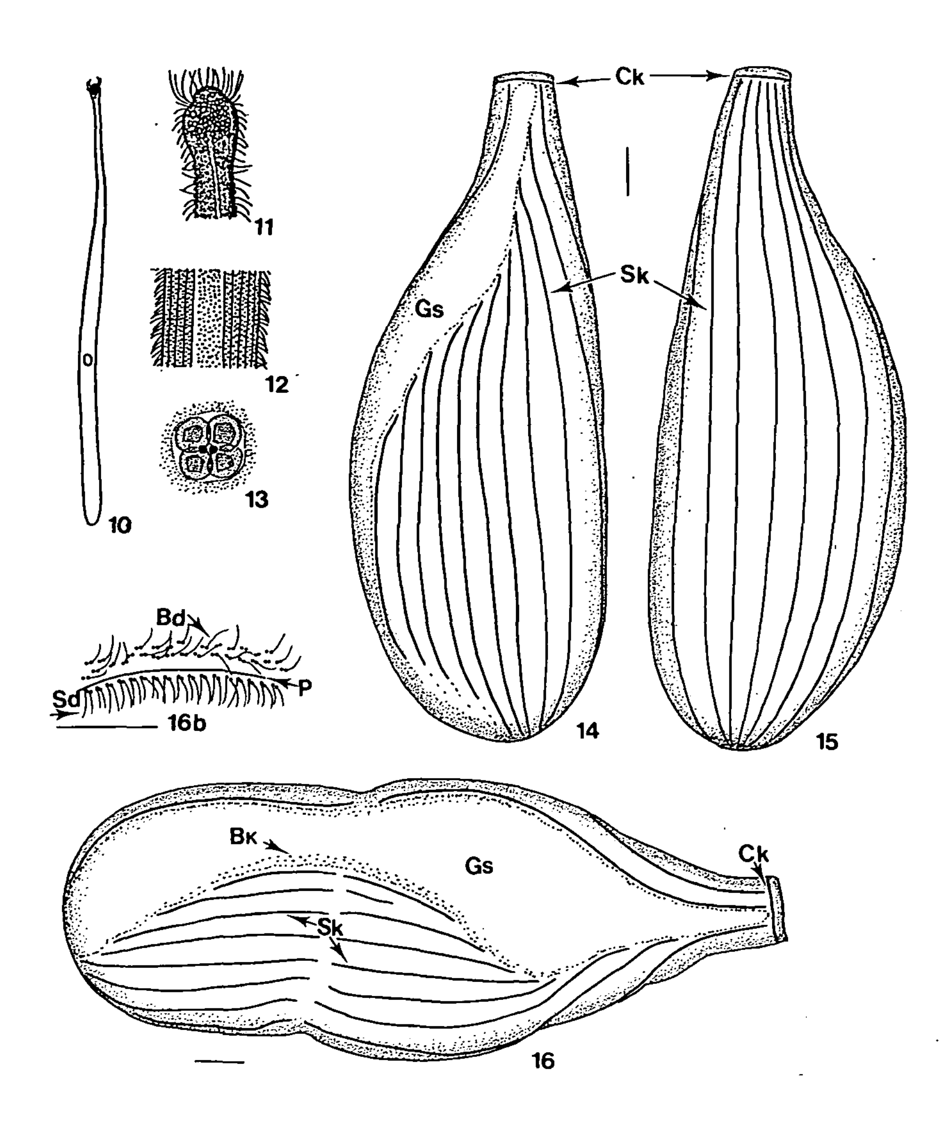
WRIGHT J. (1983): Sand-dwelling ciliates of South Wales — Cah. Biol. Mar. **24**: 187-214.

YAGIU R. (1943): Studies on the marine Ciliates of Japan, mainly from Setonaïkai — J. Sci. Hiroshima Univ. **10**: 21-52.

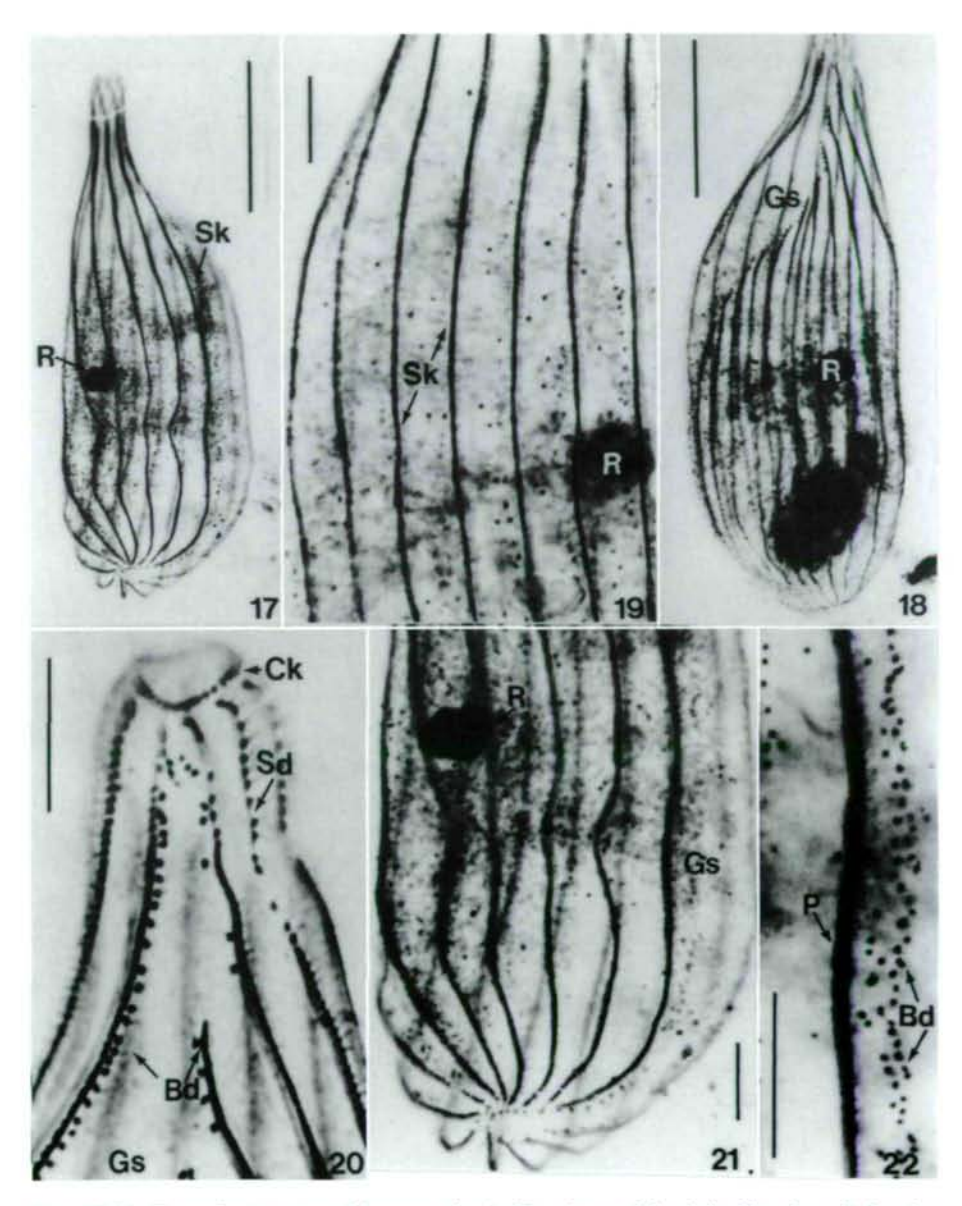
Address of the author: Jean DRAGESCO
Private Laboratory A. van Leeuwenhoeck
394, B[d] du Grand Devois, F-34980 Saint-Clément-de-Rivière, France



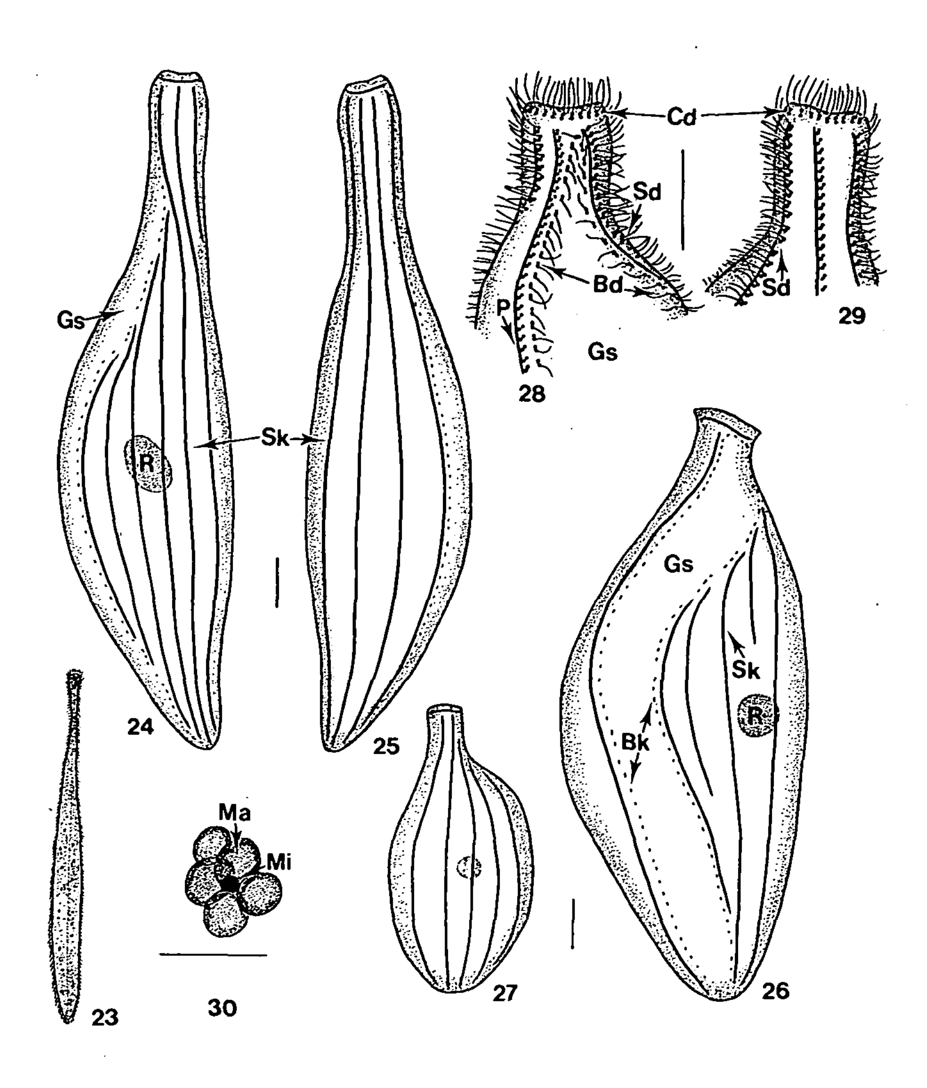
Figs. 1-9. *Trachelocerca stephani* (DRAGESCO 1965) comb. nova. **1** – as seen from life. **2** – head of living specimen. **3** – mean contraction and glabrous stripe, from life. **4** – ciliature of the left side of the cell (protargol), glabrous stripe and bristle kineties, nuclear rosette. **5** – right side of the somatic ciliature. **6** – apical infraciliature: circumoral kinety, somatic dikinetids, bristle dikinetids. **7** – detail of ciliated kineties. **8** – fine structure of somatic infraciliature: ciliated dikinetids, postciliodesma, myonem. **9** – nuclear apparatus (protargol). Gs: glabrous stripe, Sk: somatic kineties, Ck: circumoral kinety, Sd: somatic dikinetids, Bk: bristle bearing dikinetids, P: postciliodesma, My: myonem, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. C: cilia, Na: nuclear apparatus. Scale bars: 10 µm (Figs. 4, 5, 6, 7, 8).



Figs. 10-16. *Trachelocerca stephani* (DRAGESCO 1965) comb. nova. **10** – Original drawing of *T. stephani* of Port-Etienne (Nuadhibou), from life. **11** – head of the same. **12** – glabrous stripe. **13** – nuclear rosette (from DRAGESCO 1965). **14** – left side ciliature and glabrous stripe (protargol). **15** – right side ciliature of the same cell. **16** – left side ciliature and glabrous stripe of a cell division stage. **16bis**: detail of bristle dikinetids. Gs: glabrous stripe, Sk: somatic kineties, Bk: bristle kineties, P: postciliodesma, Ck: circumoral kinety, Bd: bristle dikinetids. Scale bars: 10 µm: all figures (except Figs. 10-13).



Figs. 17-22. *T. stephani* (protargol impregnations): **17** – shape of the right side of a cell showing somatic ciliature. **18** – left side of another cell. **19** – somatic kineties. **20** – apical infraciliature: circumoral kinety, somatic dikinetids, bristle dikinetids. **21** – somatic kineties at the terminal end. **22** – detail of the dikinetids of the right branch of the bristle kinety. Gs: glabrous stripe, Sk: somatic kineties, Ck: circumoral kinety, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle dikinetids, P: postciliodesma, R: nuclear rosette. Scale bars: 50 µm (Fig. 17, 18), 10 µm (all other figures).



Figs. 23-30. *Trachelocerca bodiani* (DRAGESCO 1963) comb. nova. **23** – shape from life (low contraction). **24** – right lateral ciliary rows (protargol). **25** – left ciliary rows. **26** – left side of a cell showing the glabrous stripe and the bristle kineties. **27** – right ciliary rows of a smaller specimen. **28** – infraciliature of the left apical region: circumoral kinety, somatic dikinetids with postciliodesma, bristle bearing dikinetids and very large glabrous stripe. **29** – infraciliature of the right side at the apical region. **30** – nuclear apparatus (protargol). Gs: glabrous stripe, Sk: somatic kineties, R: rosette (nuclear apparatus), Cd: circumoral dikinetids, Sd: somatic dikinetids, Bs: bristle bearing dikinetids, P: postciliodesma, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 10 µm (all figures except Fig. 23).

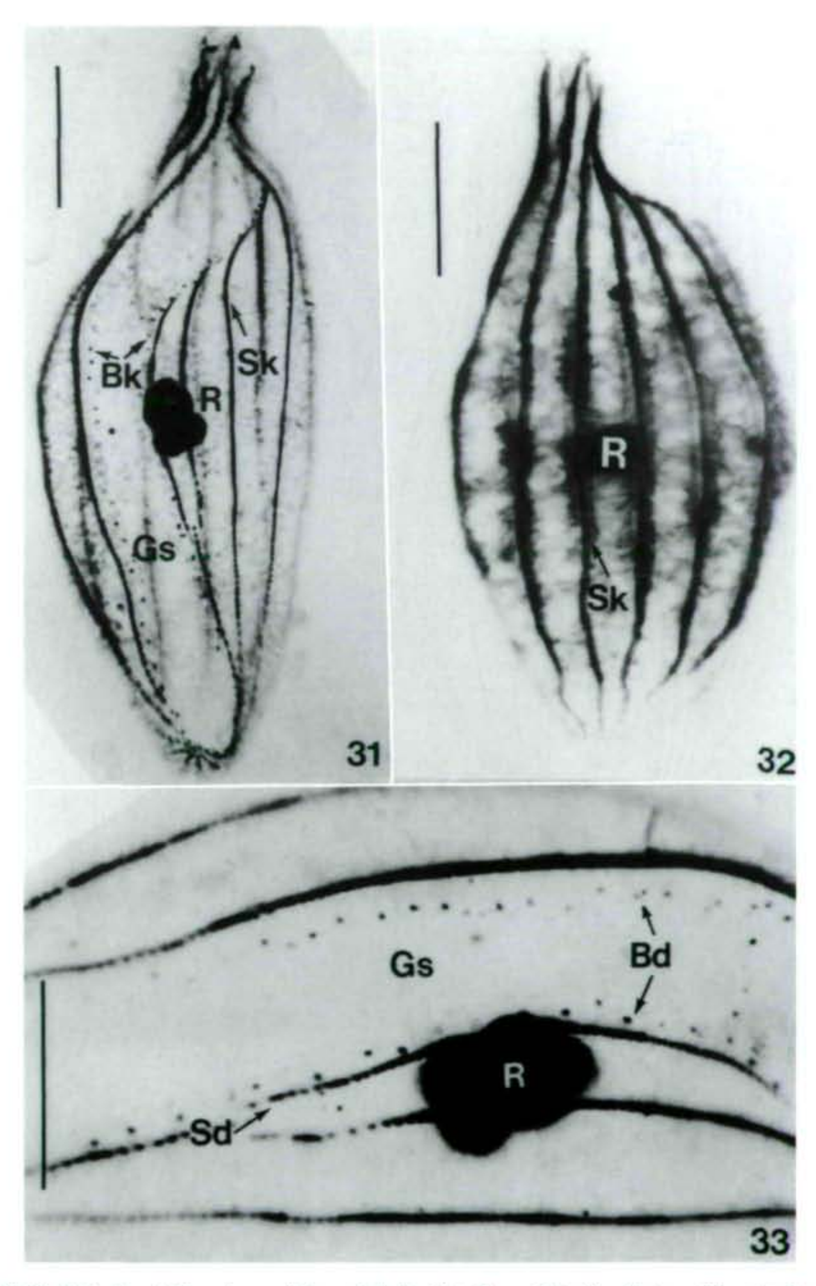
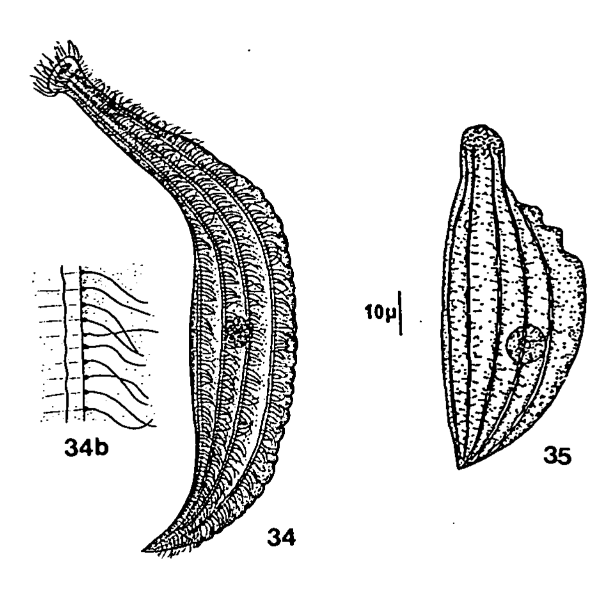
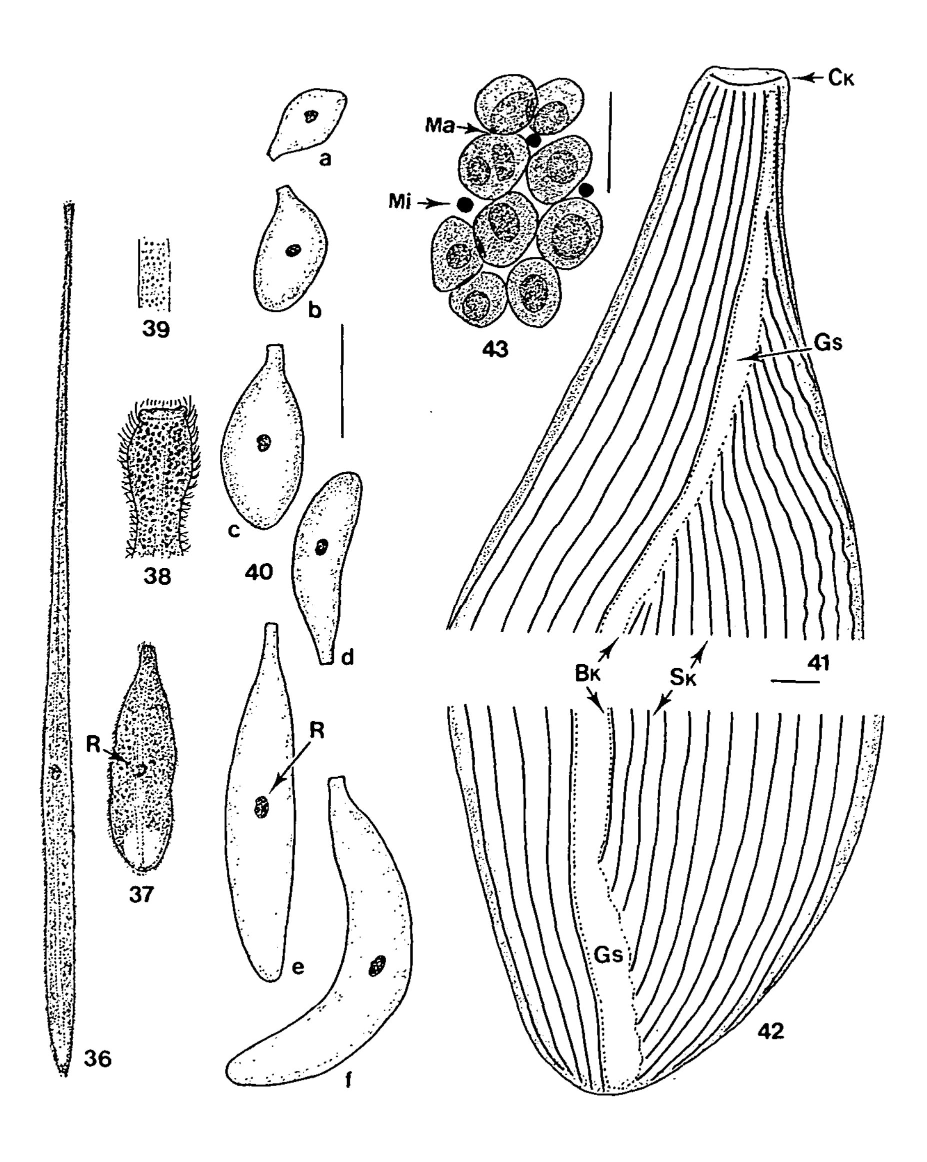


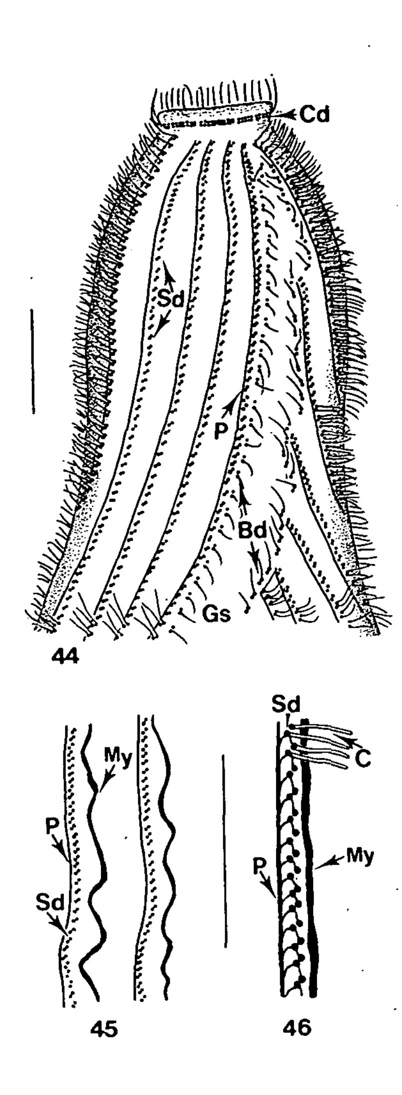
Fig. 31-33. *T. bodiani.* **30** – shape of the cell (left side). **31** – right side ciliature. **33** – detail of the infraciliature of left side (glabrous stripe, bristle kineties, nuclear rosette). Gs: glabrous stripe, Sk: somatic kineties, Bk: bristle kinety, Bd: bristle dikinetids, R: nuclear rosette. Scale bars: 25 µm (Figs. 31, 32), 10 µm (Fig. 33).



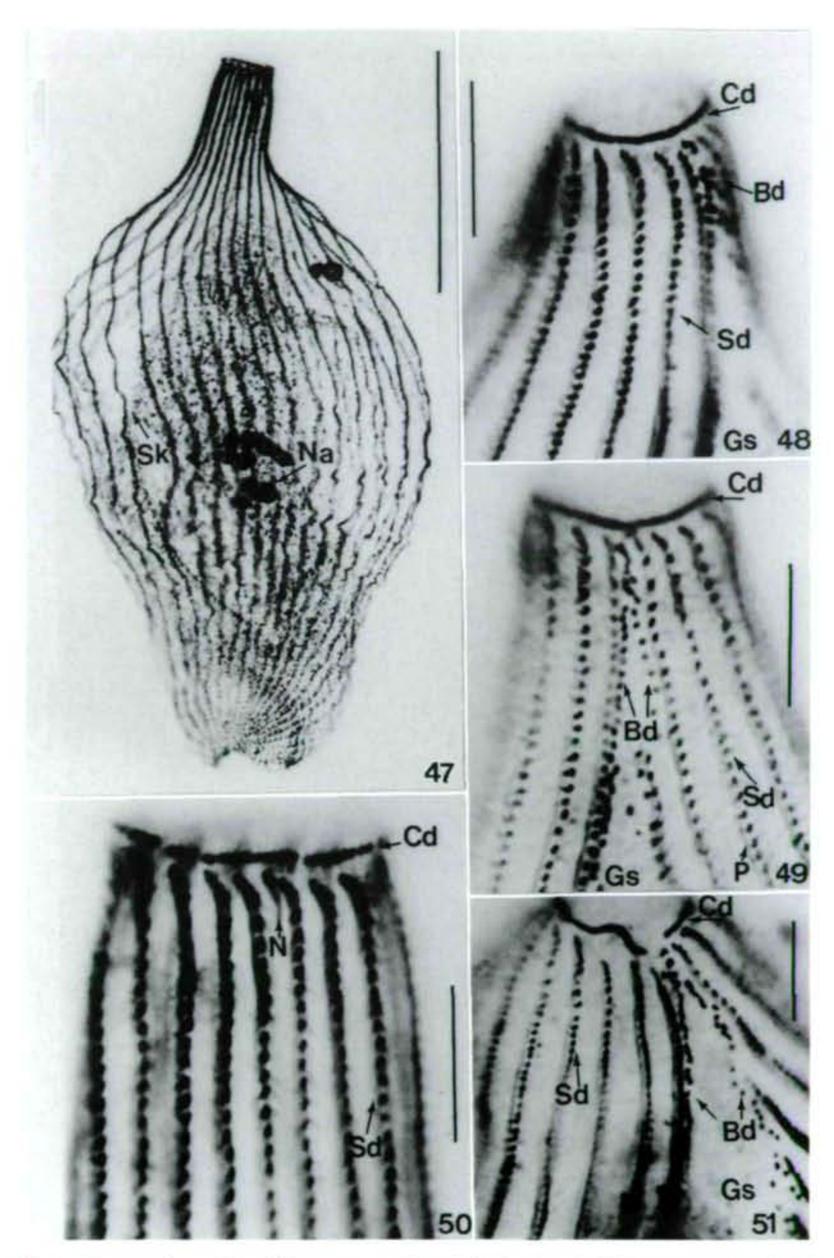
Figs. 34, 35. *T. bodiani*. **34** – somatic ciliature (protargol). **34a**: detail of somatic infraciliature (from DRAGESCO 1963). **35** – shape and ciliary rows of a protargol impregnated cell (from WRIGHT 1983).



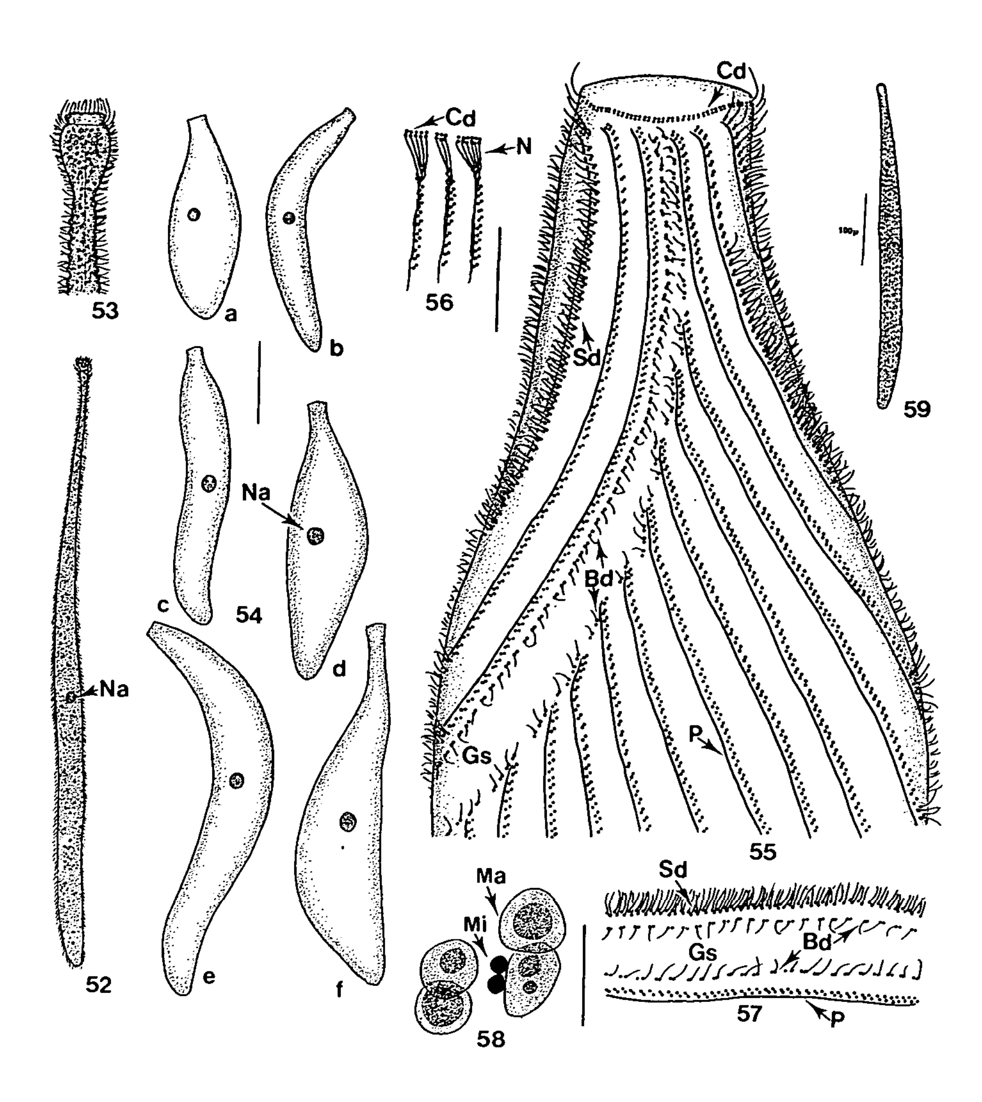
Figs. 36-43. *Trachelocerca incaudata* KAHL 1933. **36** – shape and size from life (full extension). **37** – contracted cell, from life. **38** – head as seen from life. **39** – "protrichocysts" (extrusoms) from life. **40(a-f)** – shape and size of a fixed cell (protargol impregnations). **41** – ciliary rows and glabrous stripe of fixed cells. **42** – ciliary rows and glabrous stripe of the terminal region. **43** – nuclear apparatus (protargol). Gs: glabrous stripe, Ck: circumoral kinety, Bk: bristle bearing kinety, Sk: somatic kineties, R: nuclear rosette, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 200 µm (Fig. 40), 10 µm (Figs. 41, 42, 43).



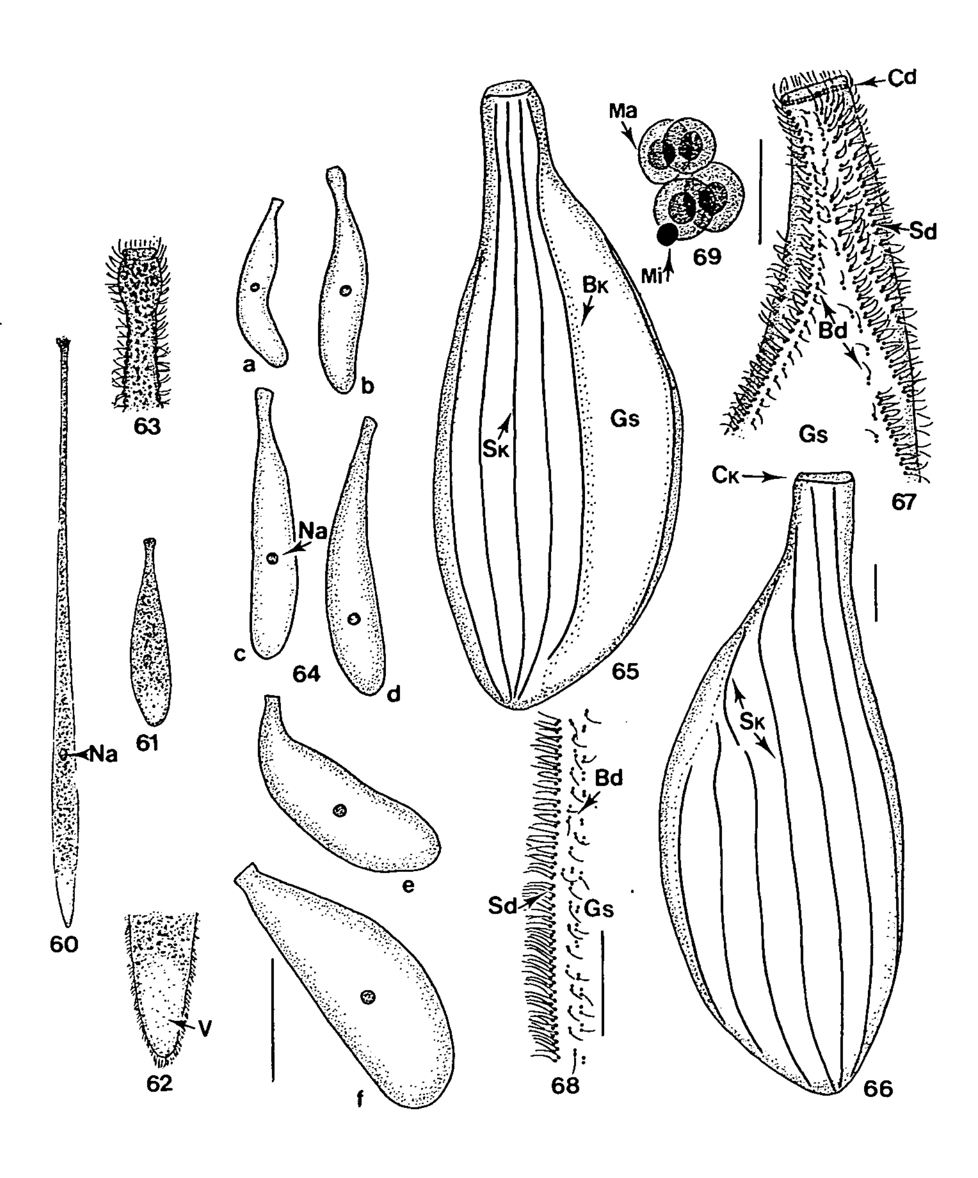
Figs. 44-46. *T. incaudata*. **44** – infraciliature of the left apical region: somatic dikinetids, secant system, bristle dikinetids. **45** – myonems on highly contracted cells (protargol). **46** – detail of somatic infraciliature. Gs: glabrous stripe, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids. Cd: circumoral dikinetids, My: myonem, P: postciliodesma, C: cilia. Scale bars: 10 µm (all figures).



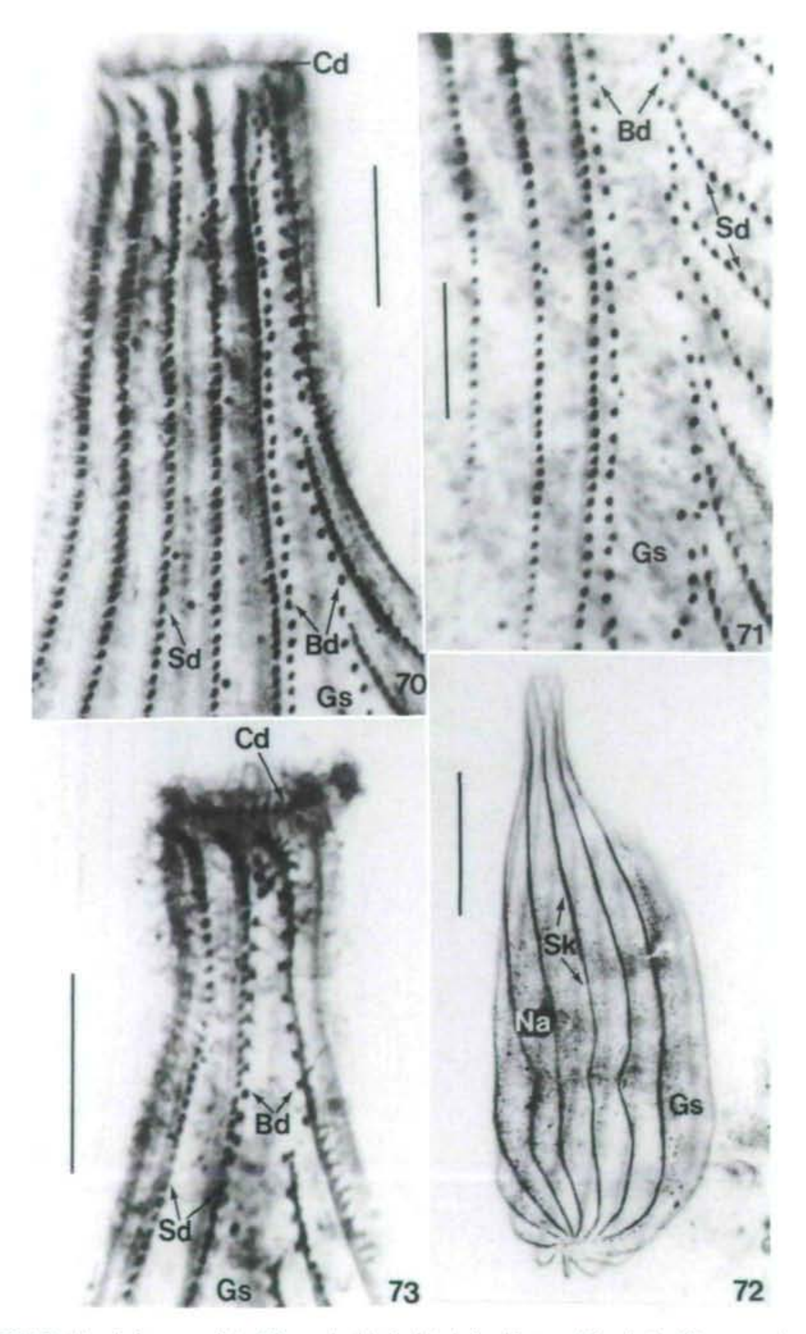
Figs. 47-51. *T. incaudata.* **47** – ciliary rows and nuclei of a large highly contracted cell. **48** – somatic dikinetids of the head. **49** – infraciliature of the left side of the head. **50** – infraciliature of the right side of the head. **51** – dikinetids of the right side of the head of another specimen. Gs: glabrous stripe, Sk: Somatic kineties, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, Cd: circumoral dikinetids, P: postciliodesma, N: nemadesms, Na: nuclear apparatus. Scale bars: 200 µm (Fig. 47), 10 µm (all other figures).



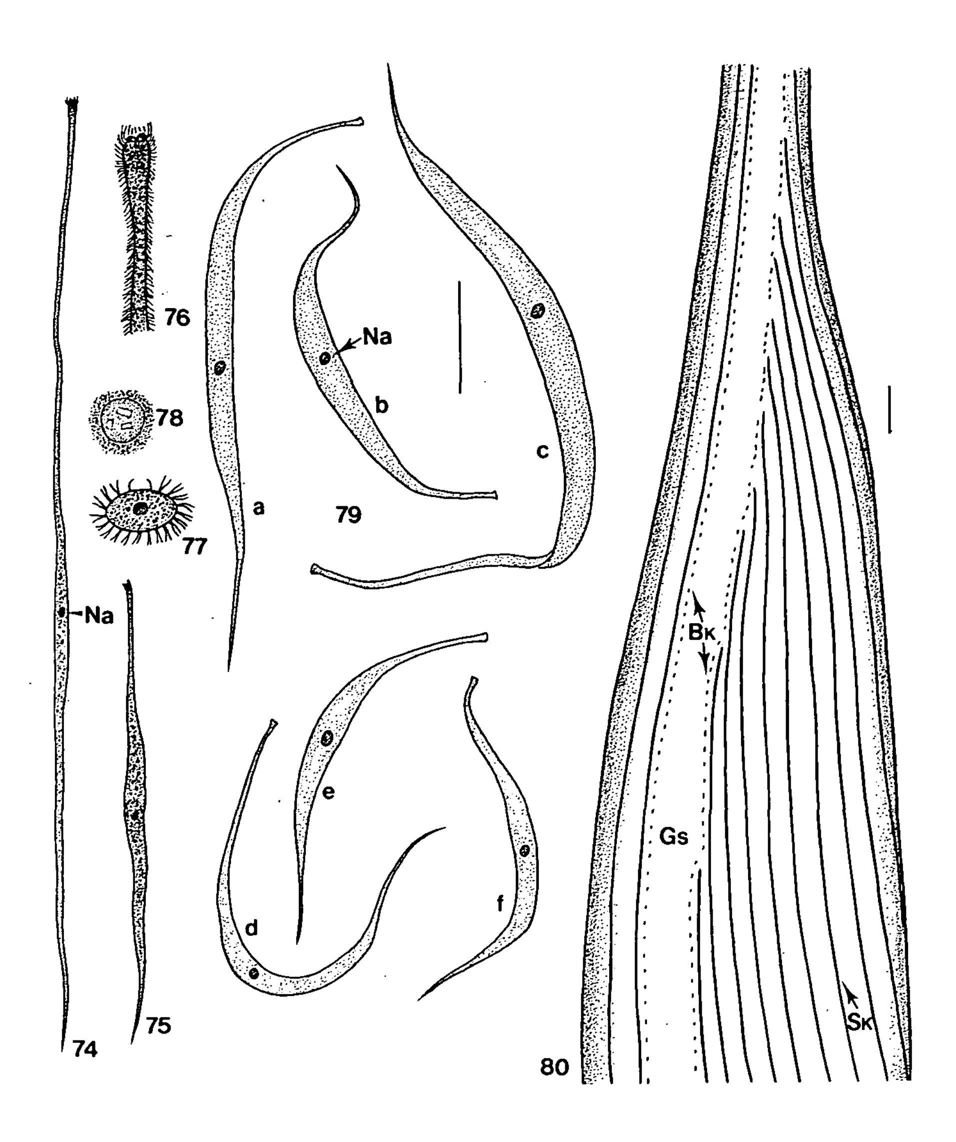
Figs. 52-59. *Trachelocerca ditis* (WRIGHT 1982) FOISSNER & DRAGESCO 1996. **52** – shape and size from life. **53** – head from life. **54(a-f)** – shape and size of fixed impregnated specimens. **55** – infraciliature of the apical left side on protargol impregnated specimens. **56** – circumoral dikinetids bearning nemadesms. **57** – bristle dikinetids and the glabrous stripe. **58** – nuclear apparatus (protargol). **59** – *T. ditis* as seen by WRIGHT (1982), from life. Cd: circumoral dikinetids, Sd: somatic dikinetids, Gs: glabrous stripe, Bd: bristle bearing dikinetids, P: postciliodesma, Na: nuclear apparatus, N: nemadesms, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 100 µm (Fig. 54), 10 µm (Figs. 55, 56, 57, 58).



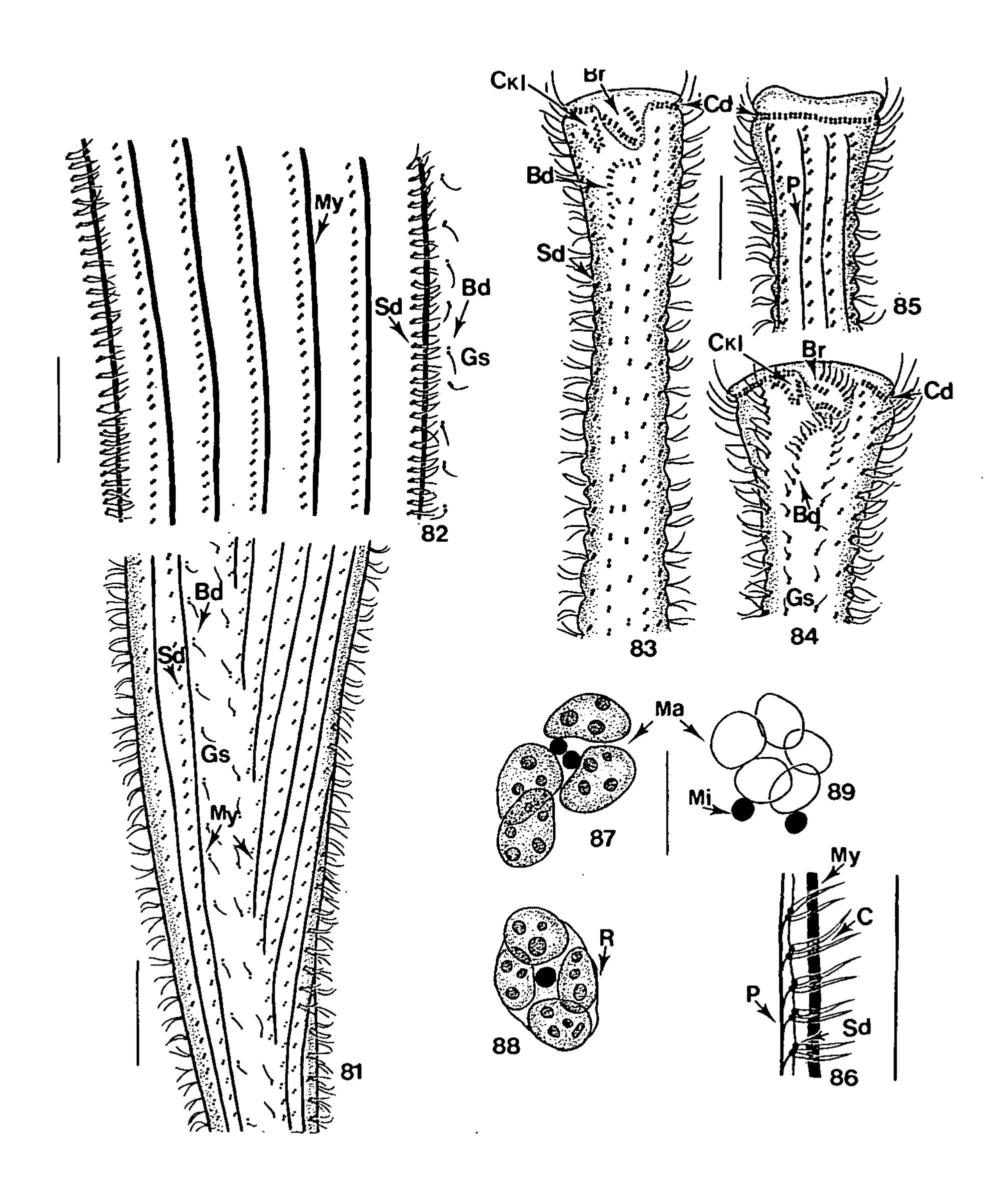
Figs. 60-69. *Trachelocerca sagitta* (MÜLLER 1786) EHRENBERG 1840. **60** – shape and size of full extended cell (from life). **61** – contracted cell. **62** – caudal region, from life. **63** – head from life. **64(a-c)** – shape and size of fixed cells (protargol). **65** – left side ciliary rows and glabrous stripe. **66** – right side ciliary rows. **67** – infraciliature of the head and neck (protargol impregnation). **68** – details of the right branch of the bristle kinety at equatorial region. **69** – nuclear apparatus (protargol). Na: nuclear apparatus, Sk: somatic kineties, Gs: glabrous stripe, V: vacuolar region, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, Cd: circumoral dikinetids, Sk: somatic kineties, Bk: bristle bearing kineties Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 100 µm (Fig. 64), 10 µm (Figs. 65, 66, 67, 68, 69).



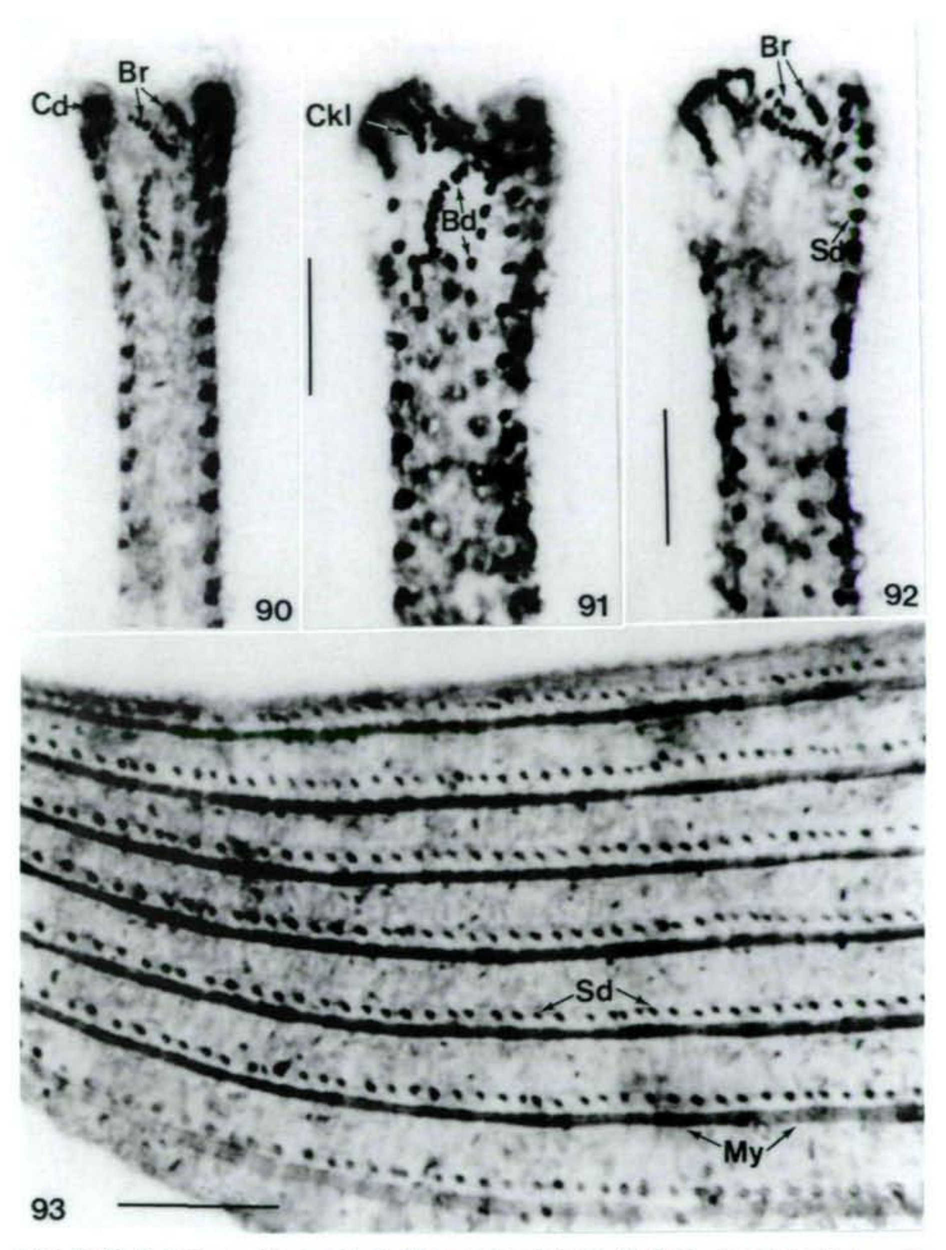
Figs. 70-73. *Trachelocerca ditis*. **70** – apical left side infraciliature. **71** – infraciliature at the glabrous stripe. *Trachelocerca sagita*. **72** – general shape and ciliary rows of a protargol impregnated specimen. **73** – apical left side infraciliature. Gs: glabrous stripe, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, Cd: circumoral dikinetids, Sk: somatic kineties, Na: nuclear apparatus. Scale bars: 10 µm (all figures).



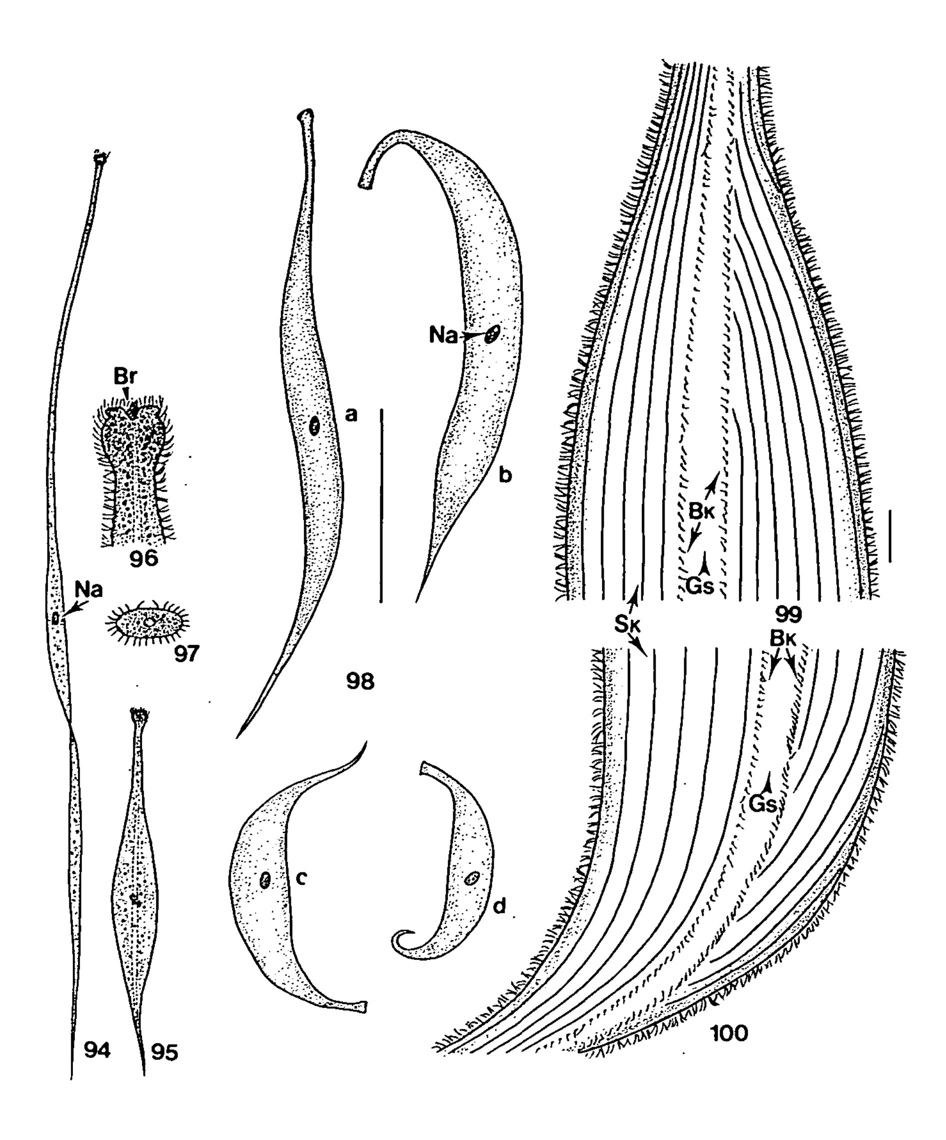
Figs. 74-80. *Tracheloraphis filiformis* spec. nova. **74** – shape and size of extended cell. **75** – contracted cell, from life. **76** – head, from life. **77** – theoretical section of the cell (from life). **78** – nuclear rosette, from life. **79(a-f)** – shape and size variability on protargol impregnated cells. **80** – ciliary rows of the anterior left side showing narrow glabrous stripe. Gs: glabrous stripe, Sk: somatic dikinetids, Bk: bristle bearing kineties, Na: nuclear apparatus (rosette). Scale bars: 150 µm (Fig. 79), 10 µm (Fig. 80).



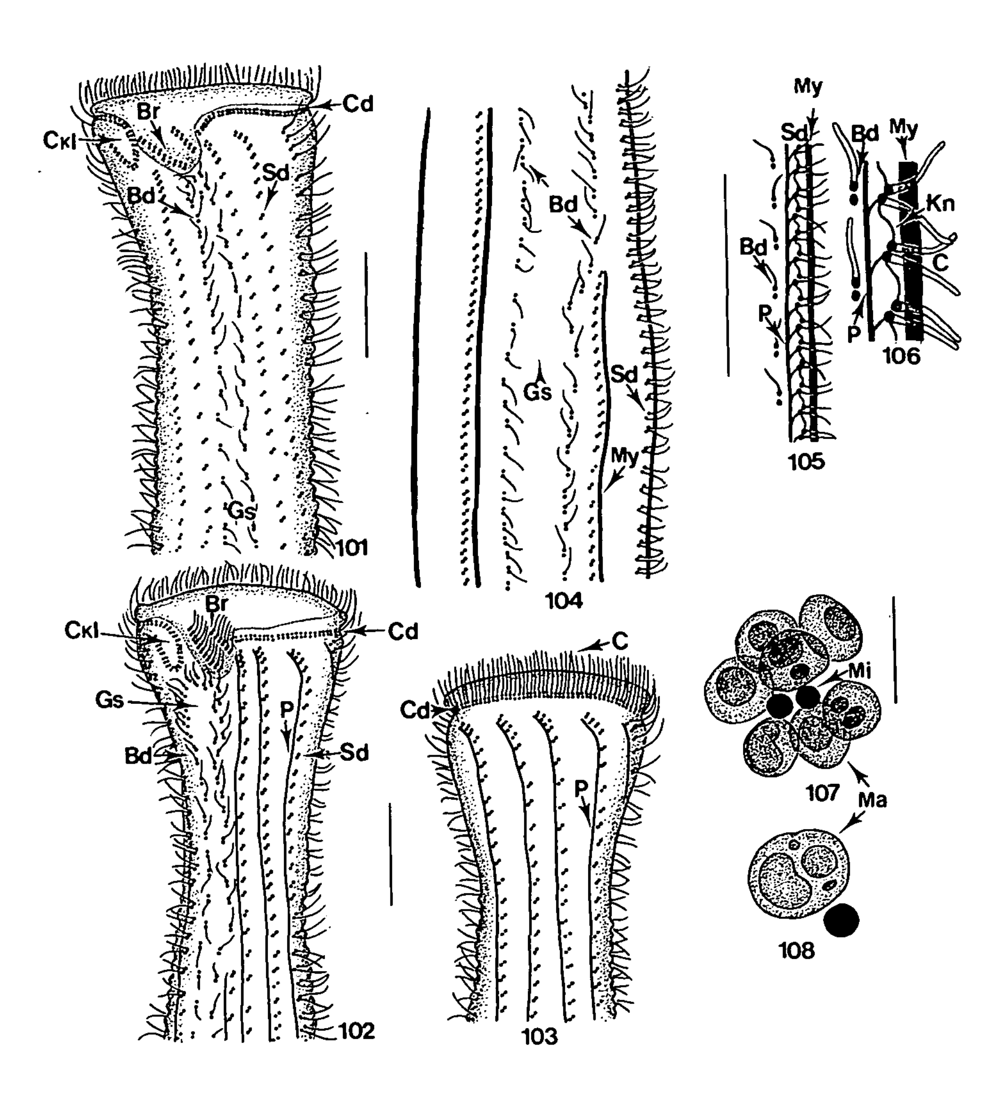
Figs. 81-89. *T. filiformis*. **81** – infraciliature of the left posterior part of the body. **82** – somatic infraciliature of the trunk. **83** – head and neck infraciliature at left side. **84** – a larger head infraciliature (at the mouth side). **85** – head infraciliature of the right side. **86** – detail of the somatic infraciliature (protargol). **87 & 88** – nuclear rosette (protargol). **89** – nuclear apparatus with five macronuclei. Sd – somatic dikinetids, Gs: glabrous stripe, Cd: circumoral dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, My: myonems, P: postciliodesma, Br: brosse kineties, Ckl: circumoral kinety loop, C: cilia, R: rosette, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 10 µm (all figures).



Figs. 90-93. *T. filiformis*. **90** – head infraciliature of the left side. **91 & 92** – head infraciliature of a larger specimen (at two different focus's, protargol). **93** – somatic infraciliature, protargol impregnated. Sd: somatic dikinetids, Cd: circumoral dikinetids, Ckl: circumoral kinety loop, Bd: bristle bearing dikineties, Gs: glabrous stripe, Br: brosse kineties, My:myonems. Scale bars: 10 µm (all figures).



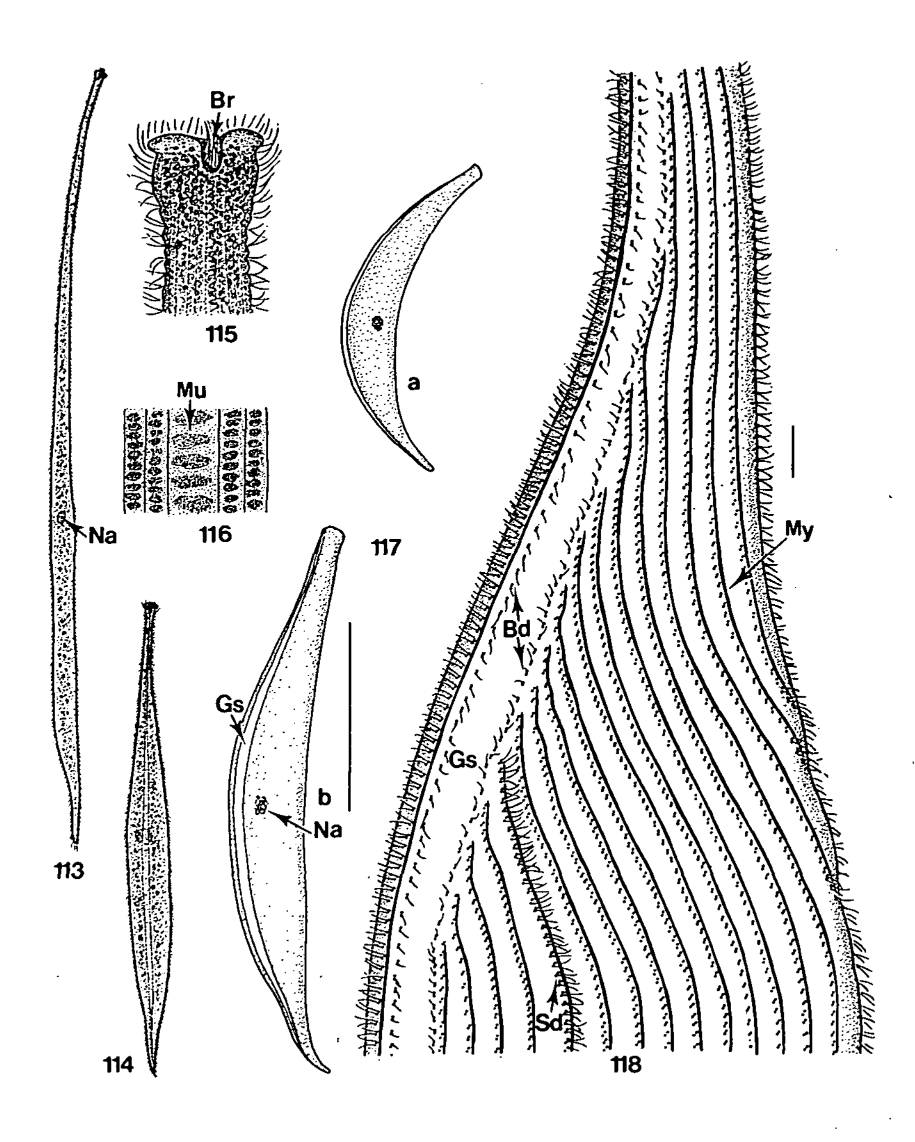
Figs. 94-100. *Tracheloraphis exilis* spec. nova. **94**: shape and size, from life (extended cell). **95**: contracted cell, from life. **96**: head as seen from life. **97**: theoretical section of the living cell. **98(a-d)**: shape and size of protargol impregnated cells. **99**: ciliature of the anterior left side of the body. **100**: ciliary rows of the caudal left side of the cell. Sk: somatic kineties, Bk: bristle bearing kineties, Gs: glabrous stripe, Na: nuclear apparatus, Br: brosse. Scale bars: 250 μm (Fig. 98), 10 μm (Figs. 99, 100).



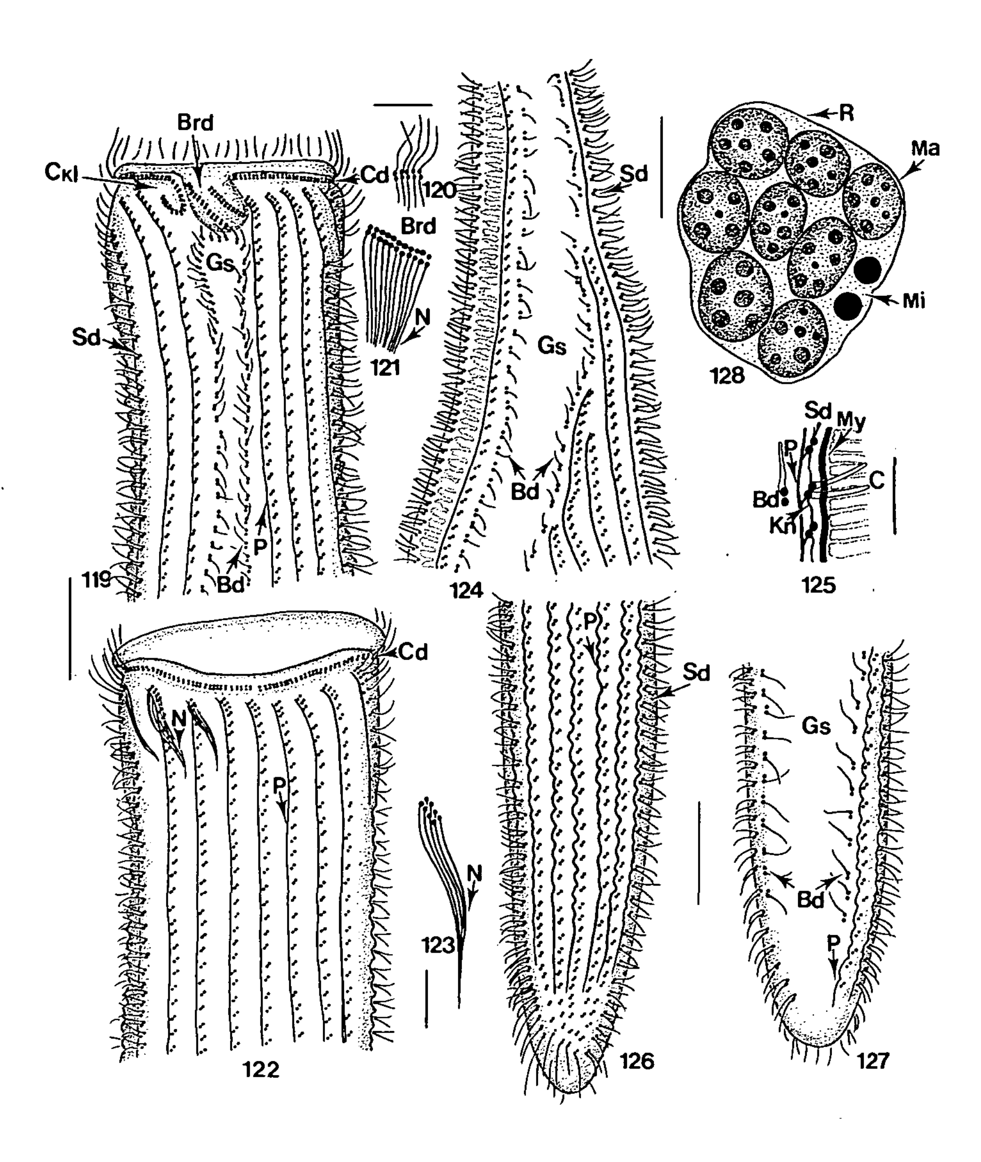
Figs. 101-108. *T. exilis* **101** – infraciliature of the head and neck of the left side (showing mouth). **102** – dikinetids of the mouth region and apical infraciliature of left side. **103** – right side infraciliature (protargol). **104** – detail of the left side dikinetids on trunk. **105** – fine structure of the somatic dikinetids and associated fibrils. **106** – same, more enlarged. **107** – nuclear apparatus (protargol). **108** – macronucleus and micronucleus (more enlarged). Gs: glabrous stripe, Sd: somatic dikinetids, Cd: circumoral dikinetids, Ckl: circumoral kinety loop, Bd: bristle bearing dikinetids, Br: brosse kineties, My: myonems, P: postciliodesma, C: cilia, Kn: kinetodesm, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 10 μm: all figures (except Fig. 106).



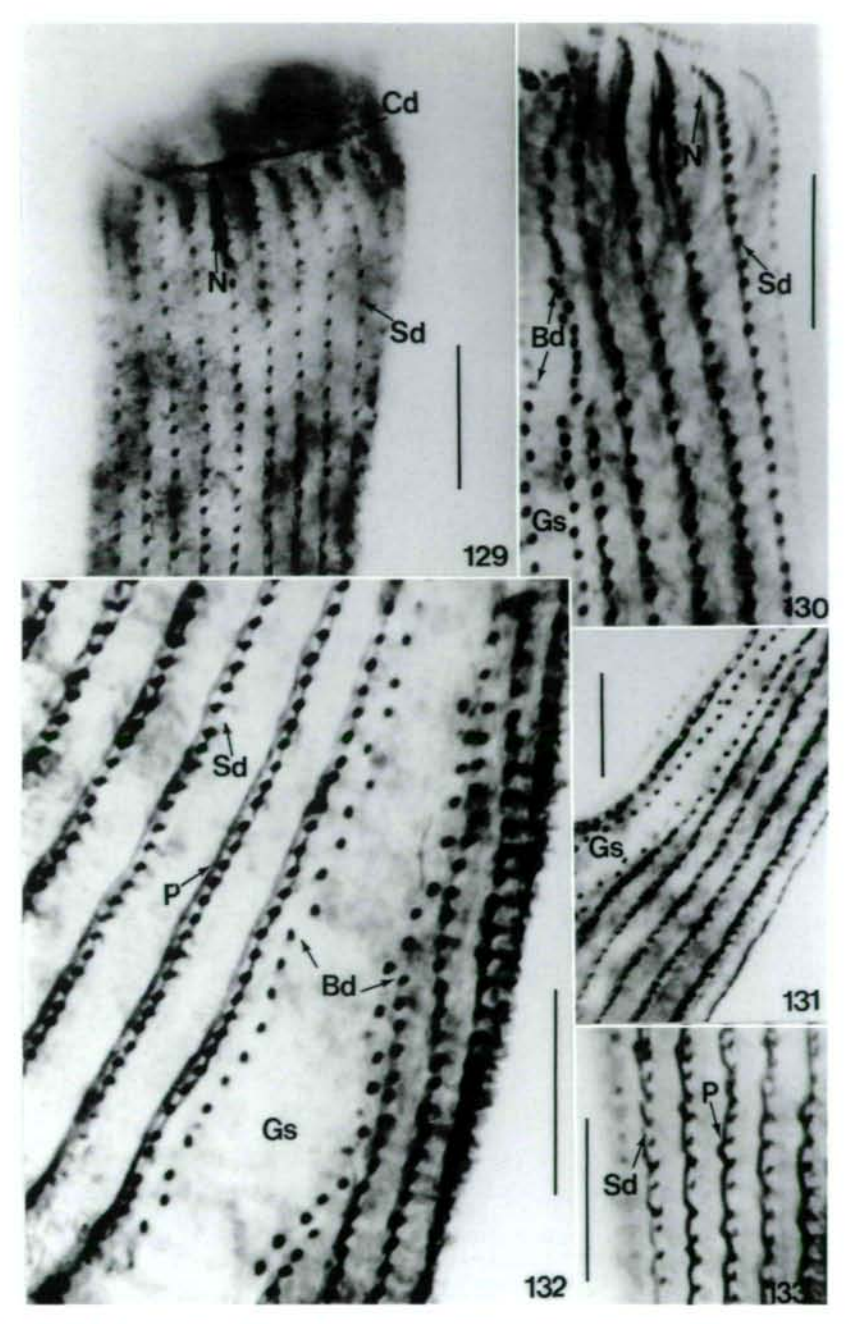
Figs. 109-112. *T. exilis*. **109** – shape, size and ciliary rows of protargol impregnated cell. **110** – left side infraciliature of the head (protargol). **111** – nuclear rosette (protargol). **112** – details of the somatic dikinetids and myonems. R: rosette, Sc: somatic ciliary rows, Ckl: circumoral kinety loop, Br: brosse kineties, Bd: bristle bearing dikineties, Sd: somatic dikinetids, My: myonems. Scale bars: 10 µm (all figures).



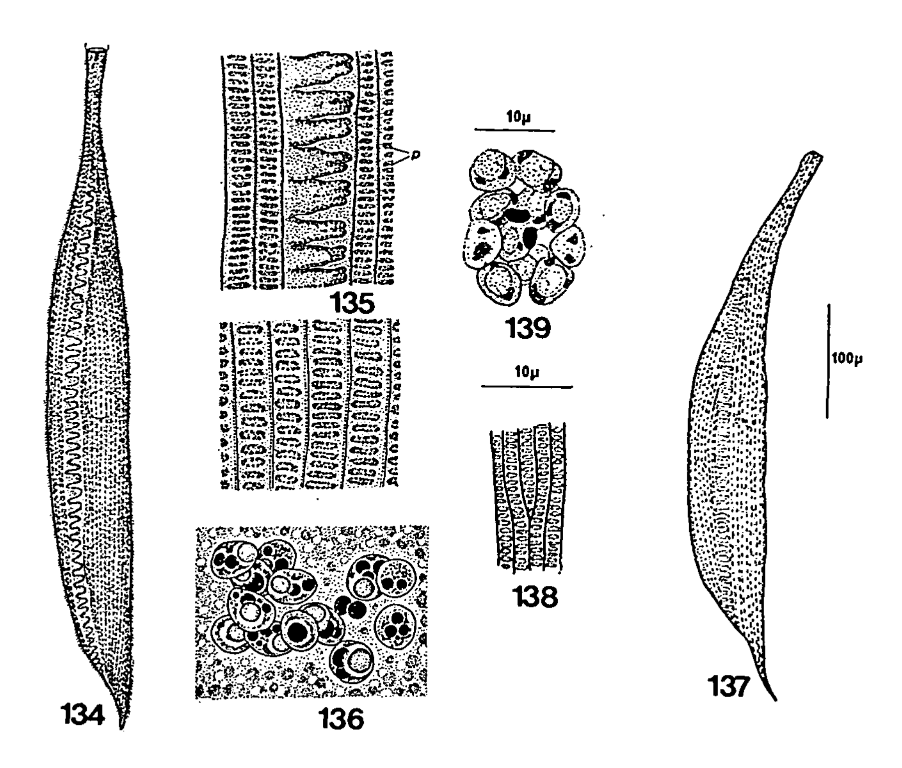
Figs. 113-118. *Tracheloraphis serratus* RAIKOV & KOVALEVA 1968. **113** – shape and size of the living cell. **114** – same cell contracted. **115** – head as seen from life. **116** – particular structure of the cortical granules (mucocysts). **117** – size and shape of impregnated cells. **118** – infraciliature of the anterior right side of an impregnated cell (showing secant system). Gs: glabrous stripe, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, My: myonems, Br: brosse cilia, Mu mucocysts, Na: nuclear apparatus. Scale bars: 250 µm (Fig. 116), 10 µm (Fig. 118).



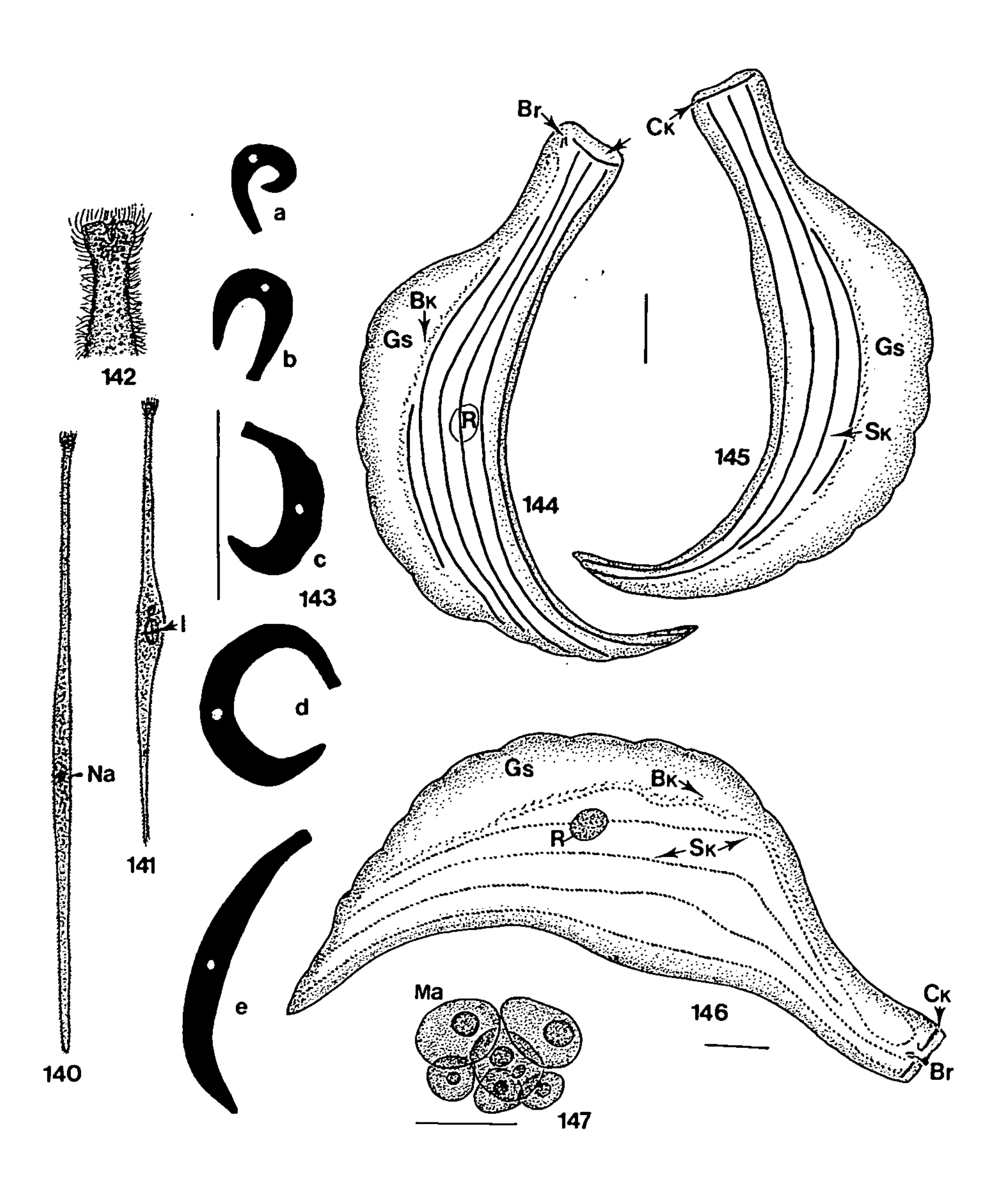
Figs. 119-128. *T. serratus.* **119** – infraciliature of the right side of the head. **120** – circumoral dikinetids bearing cilia and nemadesms. **121** – brosse dikinetids and nemadesms. **122** – infraciliature of the left side of the head. **123** – apical somatic dikinetids bearing nemadesm. **124** – infraciliature of the apical left side, showing the secant system. **125** – detail of somatic and bristle bearing dikinetids. **126** – infraciliature of the left side of caudal end. **127** – infraciliature of the right side of terminal end. **128** – nuclear apparatus (rosette). Cd – circumoral dikinetids, Ckl: circumoral kinety loop, Brd: brosse dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, Sd: somatic dikinetids, N: nemadesms, P: postciliodesma, Gr: glabrous stripe, My: myonem, Kn: kinetodesm, C: cilia, R: rosette, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 10 μm (Figs. 119, 122, 124, 126, 127, 128), 3 μm (Figs. 120, 121, 123), 2 μm (Fig. 125).



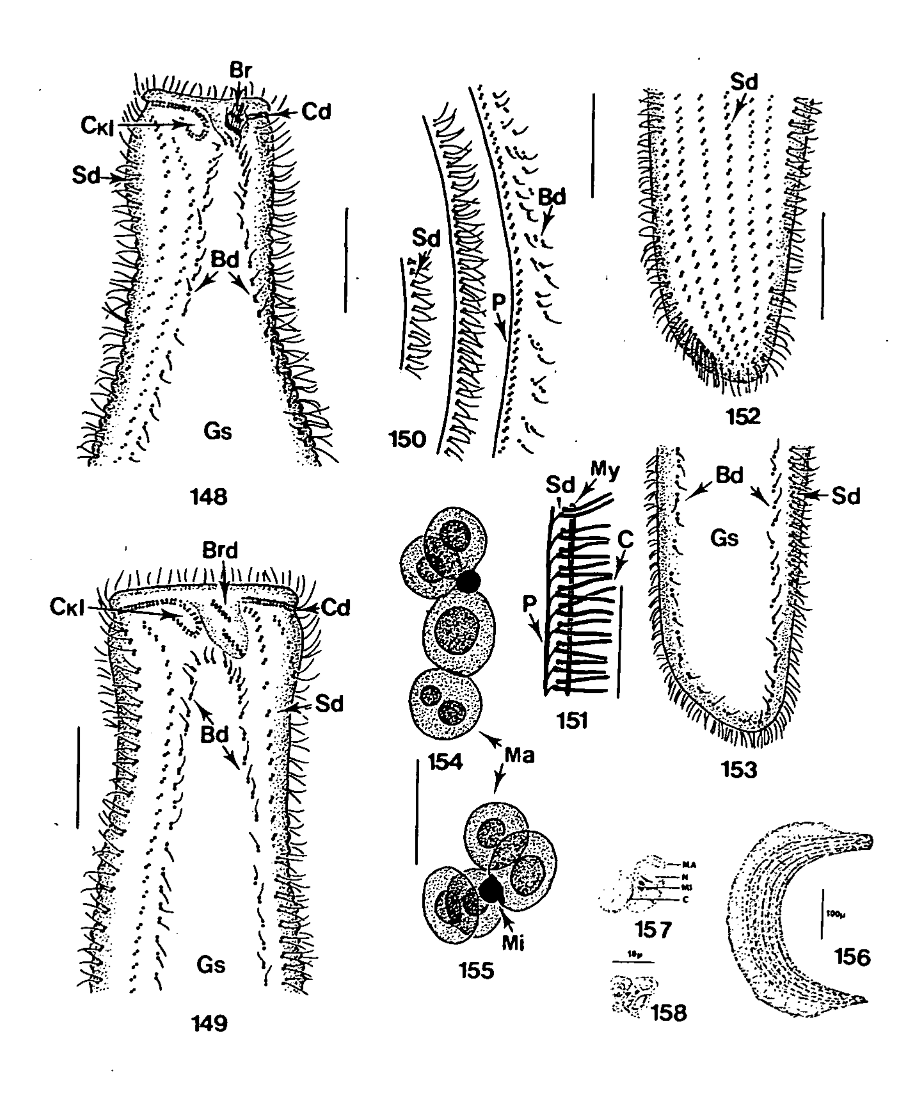
Figs. 129-133. *T. serratus* – **129** – infraciliature of the right side of the head. **130** – apical somatic dikinetids bearing nemadesms. **131** – infraciliature of the neck. **132** – detail of the infraciliature of the kineties at the glabrous stripe level. **133** – infraciliature of the right side of the tail (on contracted cell). Cd: circumoral dikinetids, Sd: somatic dikinetids, Bd: bristle bearing dikinetids, N: nemadesms, P: postciliodesma, Gs: glabrous stripe. Scale bars: 10µm (all figures).



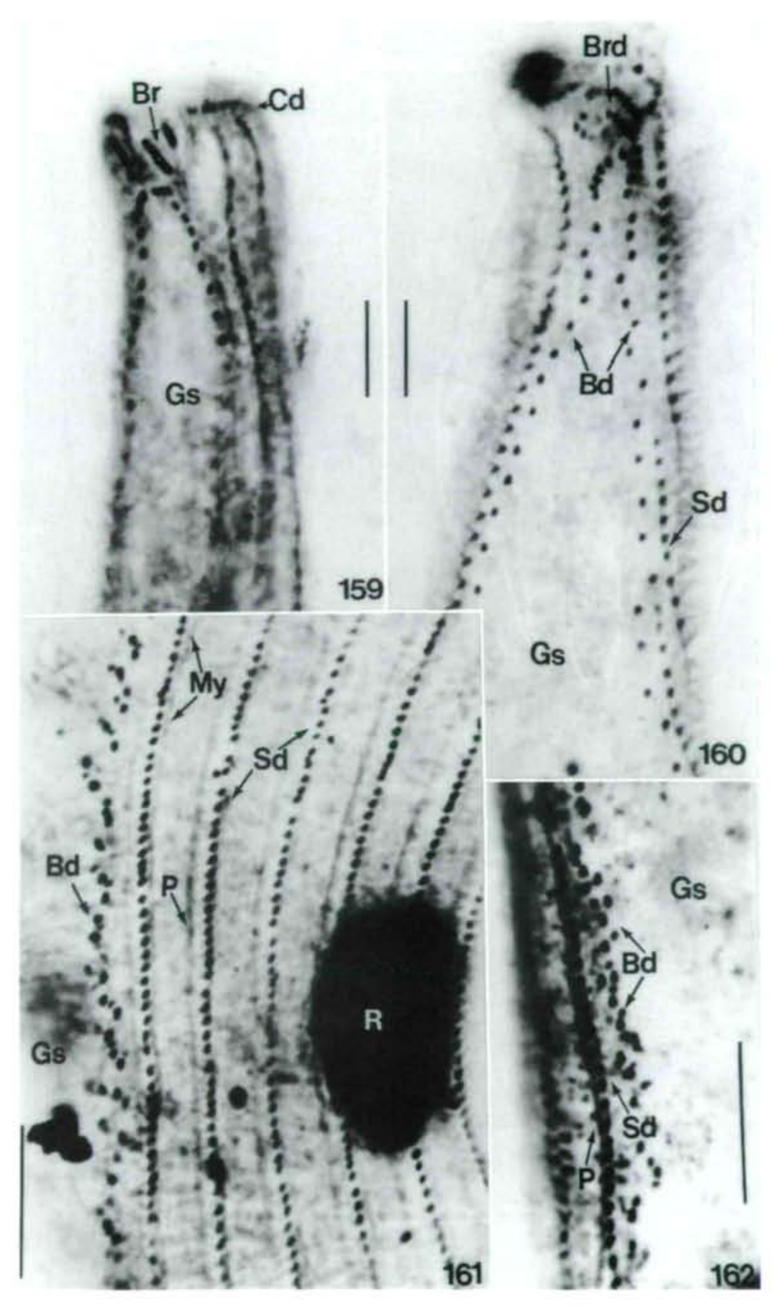
Figs. 134-139. *T. serratus.* **134** – shape, "in vivo", slightly contracted. **135** – ectoplasmic extrusoms on glabrous stripe and on the body. **136** – nuclear apparatus (134-136, from RAIKOV & KOVALEVA 1968). **137** – shape and glabrous stripe. **138** – ectoplasmic extrusoms. **139** – nuclear apparatus (137-139 from WRIGHT 1980).



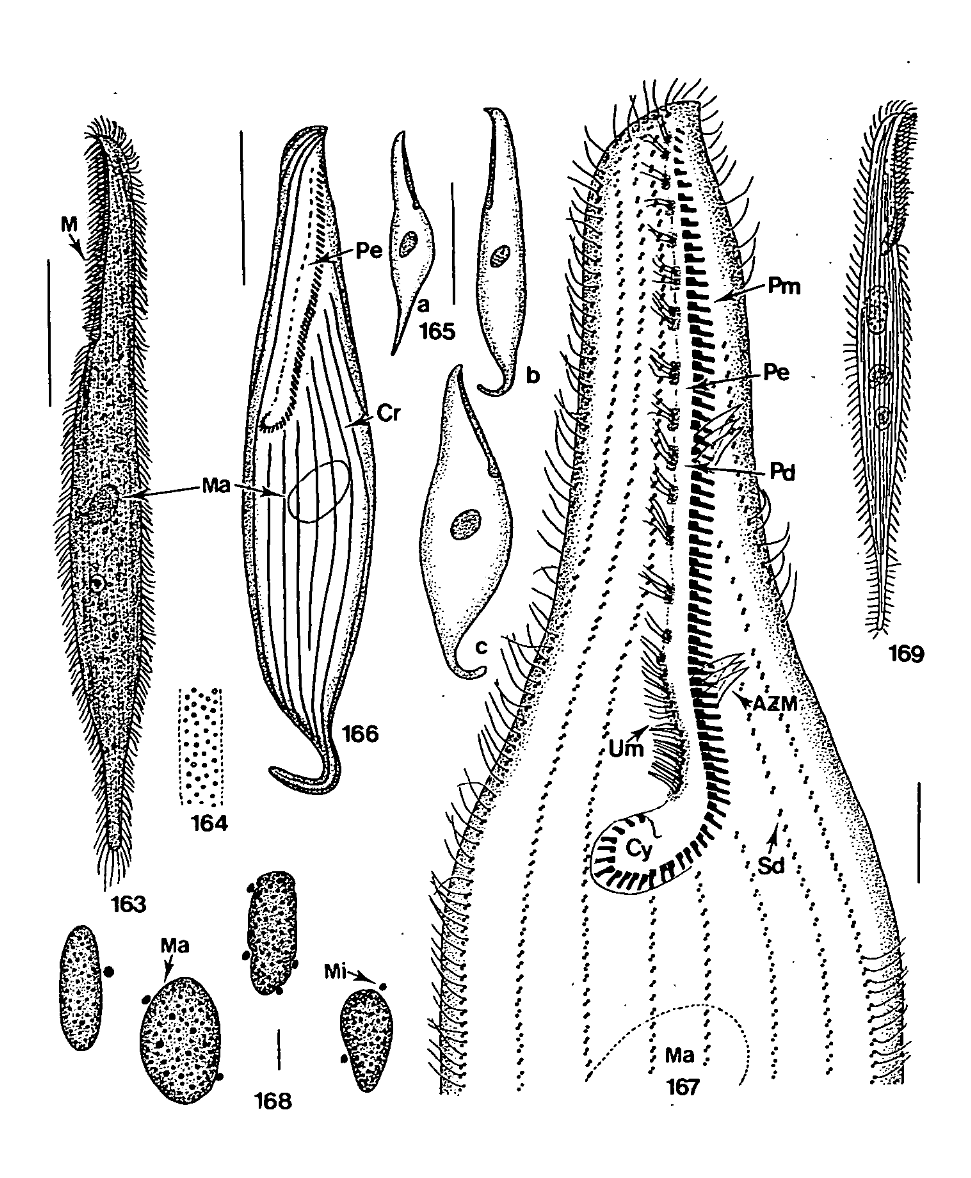
Figs. 140-147. *Tracheloraphis hamatus* WRIGHT 1982. **140** – shape and size from life (full extended cell). **141** – slightly contracted, from life. **142** – head and neck, from life. **143(a-e)** – shape and size of protargol impregnated cells. **144, 145** – ciliary rows and glabrous stripe of a protargol impregnated specimen. **146** – infraciliature of another specimen. **147** – nuclear apparatus (showing six macronuclei). Gs: glabrous stripe, Na: nuclear apparatus, I: ingesta, Sk: somatic kineties, Ck: circumoral kinetie, Br: brosse kineties, Bk: bristle bearing kinety, R: rosette, Ma: macronucleus. Scale bars: 200 µm (Fig. 143), 10 µm (Figs. 144, 145, 146, 147).



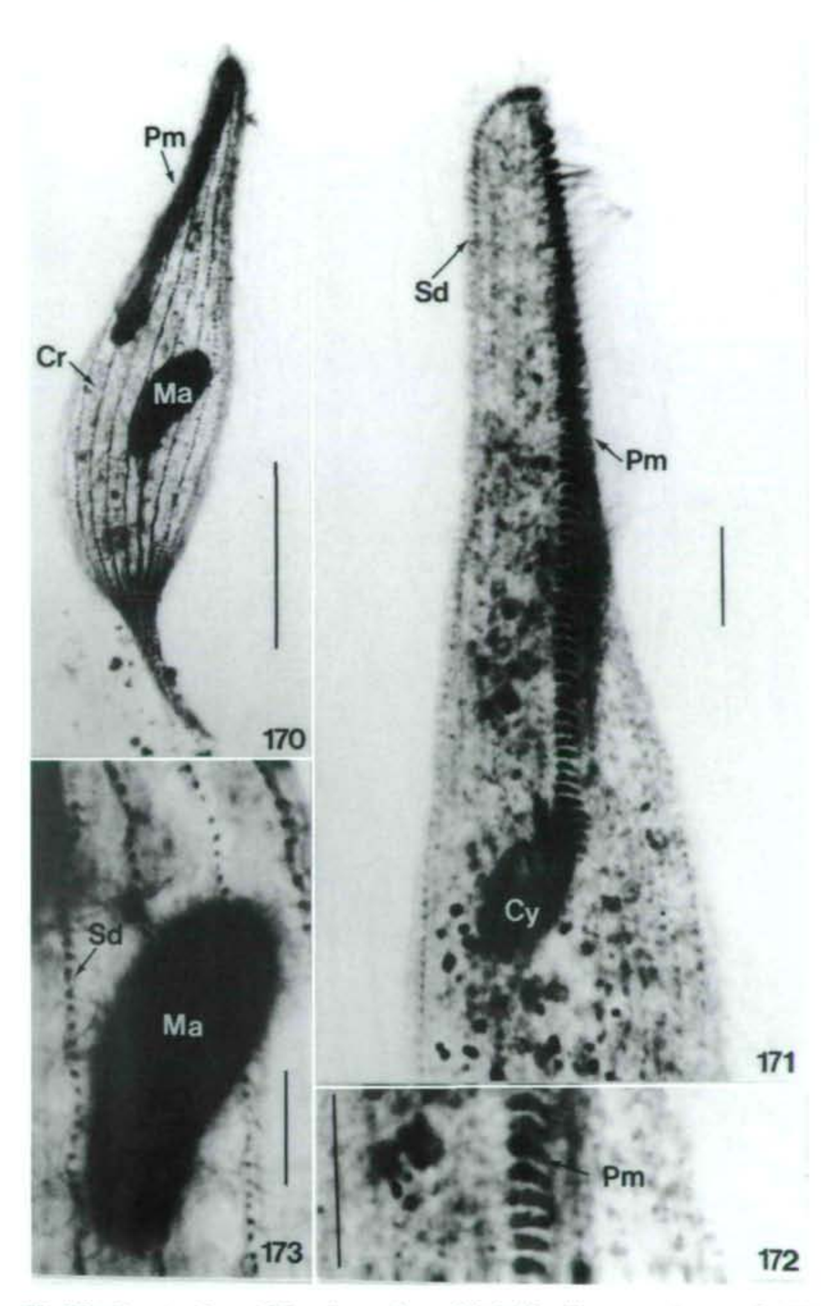
Figs. 148-158. *T. hamatus*. 148 – left side infraciliature of the head. 149 – apical left side infraciliature on another cell. 150 – infraciliature at the left side of the cell (protargol). 151 – detail of somatic dikinetids and associated fibrils. 152 – infraciliature of the right side of the tail. 159 – infraciliature of the left side of the tail. 154, 155 – nuclear apparatus (protargol). 156. *T. hamatus* as figured by WRIGHT (1982). 157, 158 – nuclear apparatus as seen by WRIGHT. Sd: somatic dikinetids, Gs: glabrous stripe, Bd: bristle bearing dikinetids, Cd: circumoral dikinetids, Br: brosse, Brd: brosse dikinetids, Ckl: circumoral kinety loop, C: cilia P: postciliodesma, My: myonem, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 5 µm (Fig. 151), 10 µm (all other figures).



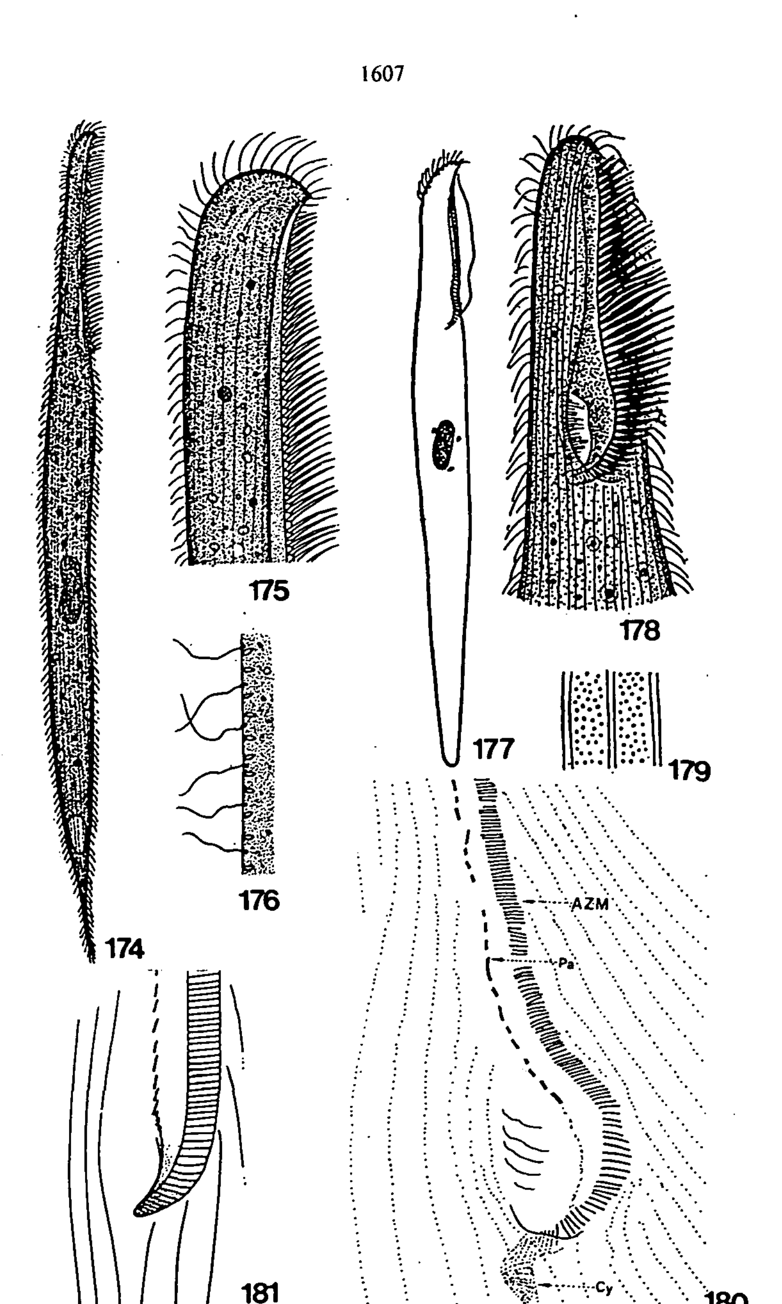
Figs. 159-162. *T. hamatus*. **159** – left side infraciliature of the head and neck. **160** – infraciliature of the apical left side of another cell. **161** – infraciliature of the somatic dikinetids and associated fibrils. **162** – dikinetids of the bristle bearing kinety and the glabrous stripe. Cd: circumoral dikinetids, Sd: somatic dikinetids, Gs: glabrous stripe, P: postciliodesma, R: nuclear rosette, Bd: bristle bearing kinety, My: myonem, Br: brosse, Brd: brosse dikinetids. Scale bars: 10 µm (all figures).



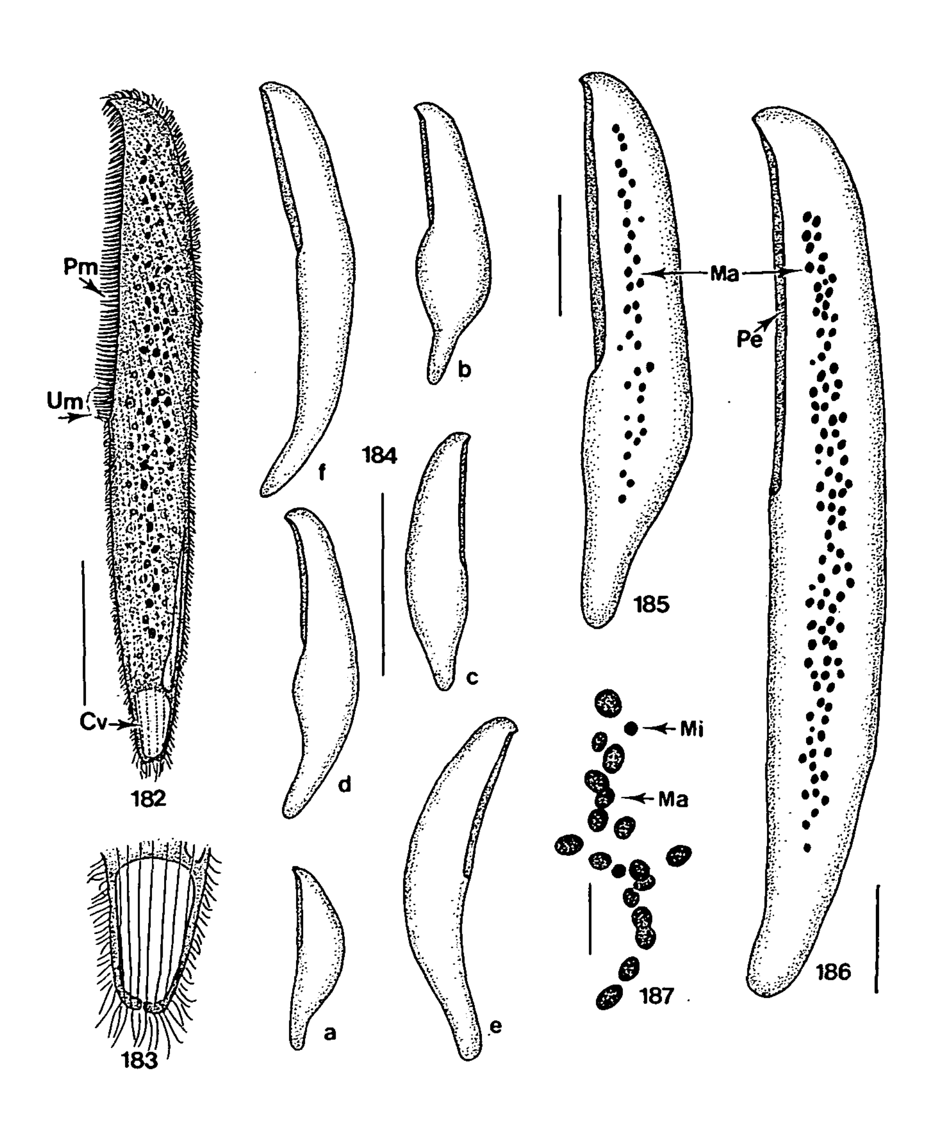
Figs. 163-169. *Gruberia uninucleata* KAHL 1932. **163** – shape, size and general morphology from life. **164** – intercinetic ectoplasmic extrusoms. **165(a-c)** – shape and size of some fixed cells. **166** – left side ciliature (protargol) – **167** – infraciliature of the ventral apical region, showing mouth structures (protargol). **168** – variations of the nuclear apparatus (protargol). **169** – *G. uninucleata* as seen by KAHL (1932) from life. Sd: somatic dikinetids, Pe: peristom, Pm paramembranelles, Pd: paroral dikinetids, Cy: cytostome, Cr: ciliary rows, AZM: adoral membranelles, Um: undulating membrane, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 100 µm (Fig. 165), 50 µm (Figs. 163, 166), 10 µm (Figs. 167, 168).



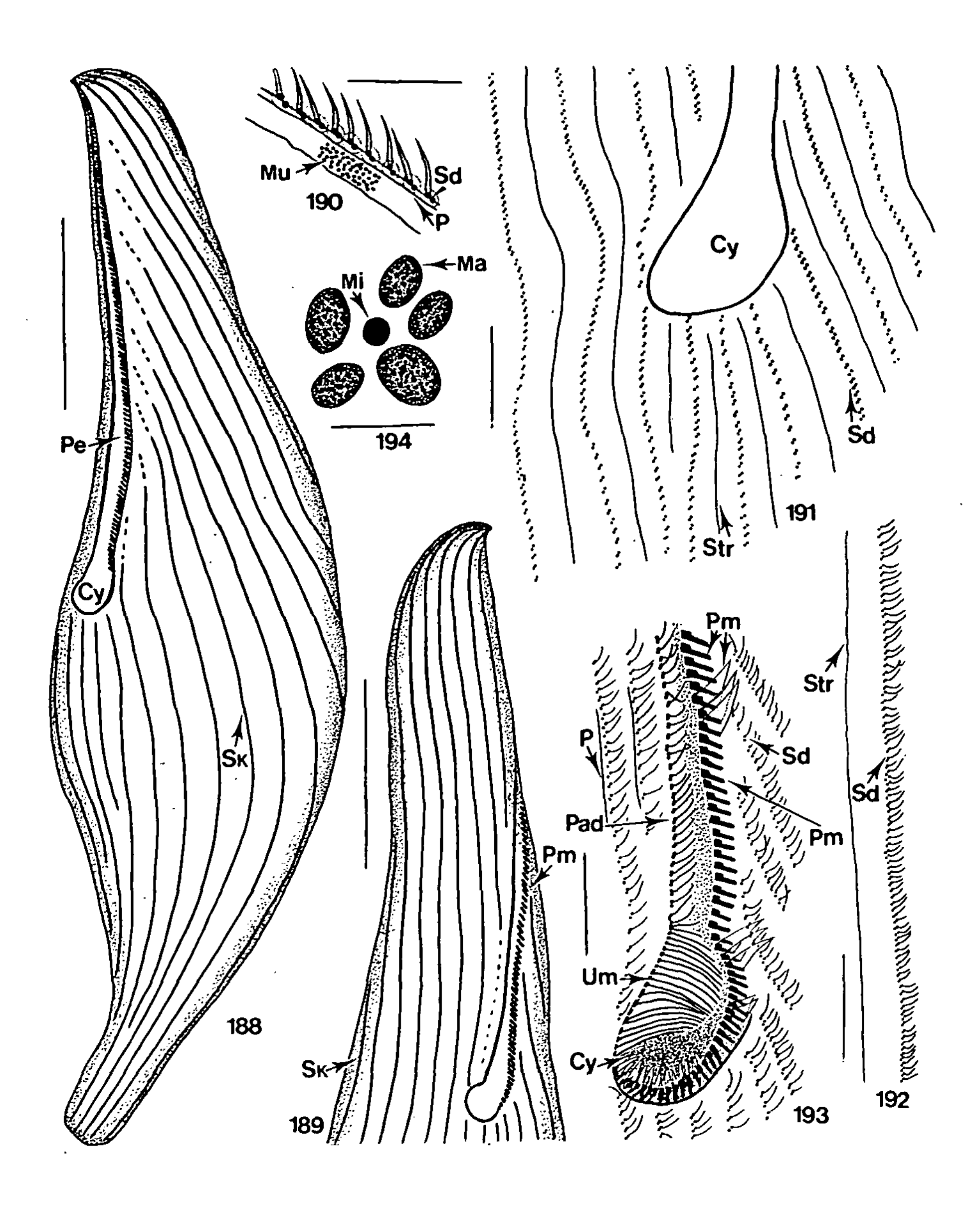
Figs. 170-173. *G. uninucleata.* **170** – shape, size and left side ciliary rows (protargol). **171** – somatic and buccal infraciliature (protargol). **172** – detail of the paramembranelles. **173** – somatic dikinetids. Pm: paramembranelles, Cr: ciliary rows, Sd: somatic dikinetids, Cy: cytostome, Ma: macronucleus.



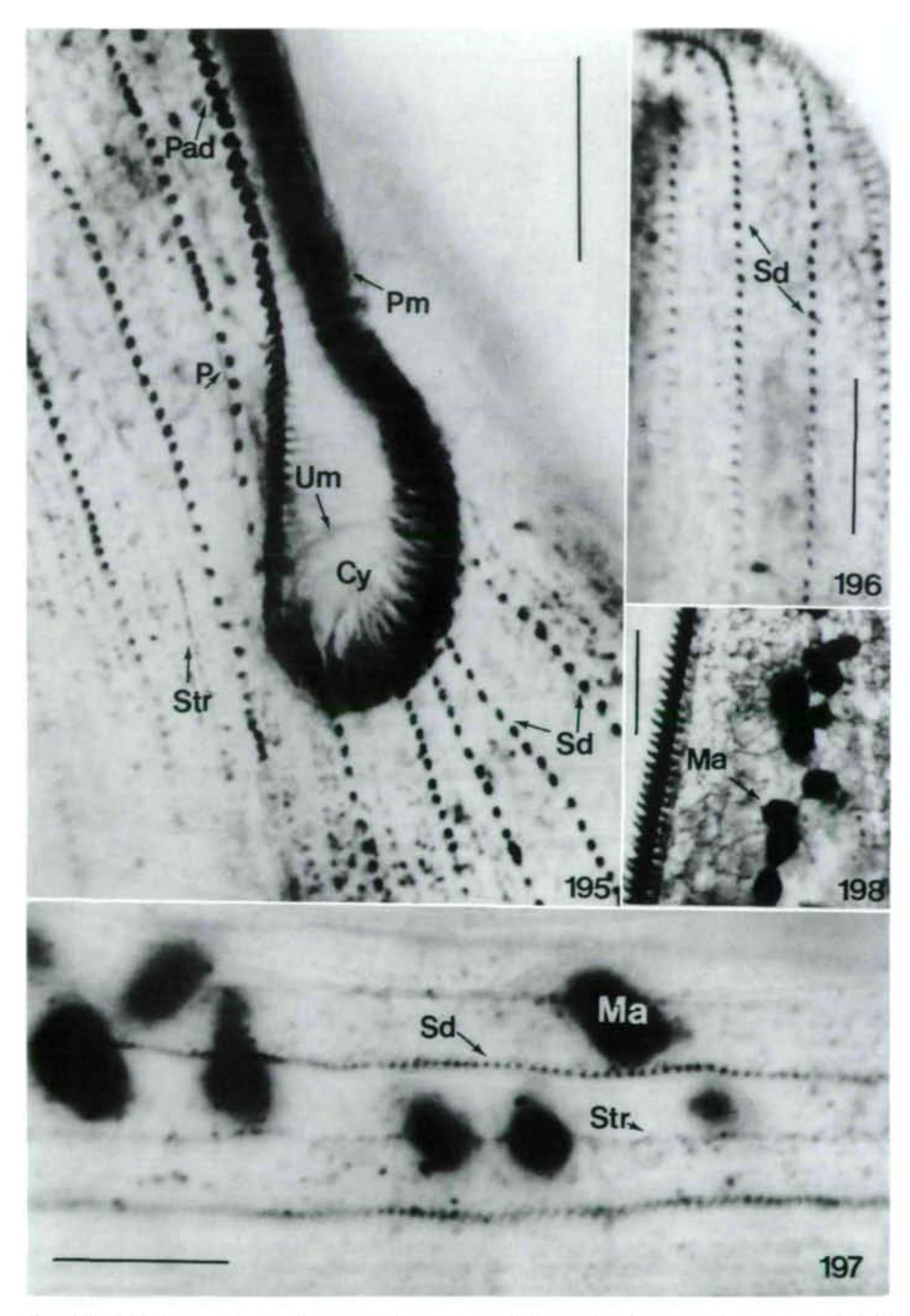
Figs. 174-181. *G. uninucleata*. **174** – shape and general morphology, from life. **175** – adoral membranelles from life. **176** – ectoplasmic extrusoms (174-176 from DRAGESCO 1960). **177** – shape of living cell. **178** – buccal ciliature, from life. **179** – ectoplasmic extrusoms (177-179 from DRAGESCO 1965). **180** – detail of buccal infraciliature of *Gruberia beninensis* (protargol), from DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS 1986. **181** – buccal ciliature of *Gruberia lanceolata* from BORROR (1963). AZM: adoral paramembranelles, Pa: paroral kinetie, Cy: cytostome. Scale bars: 50 µm (Fig. 170), 10 µm (all other figures).



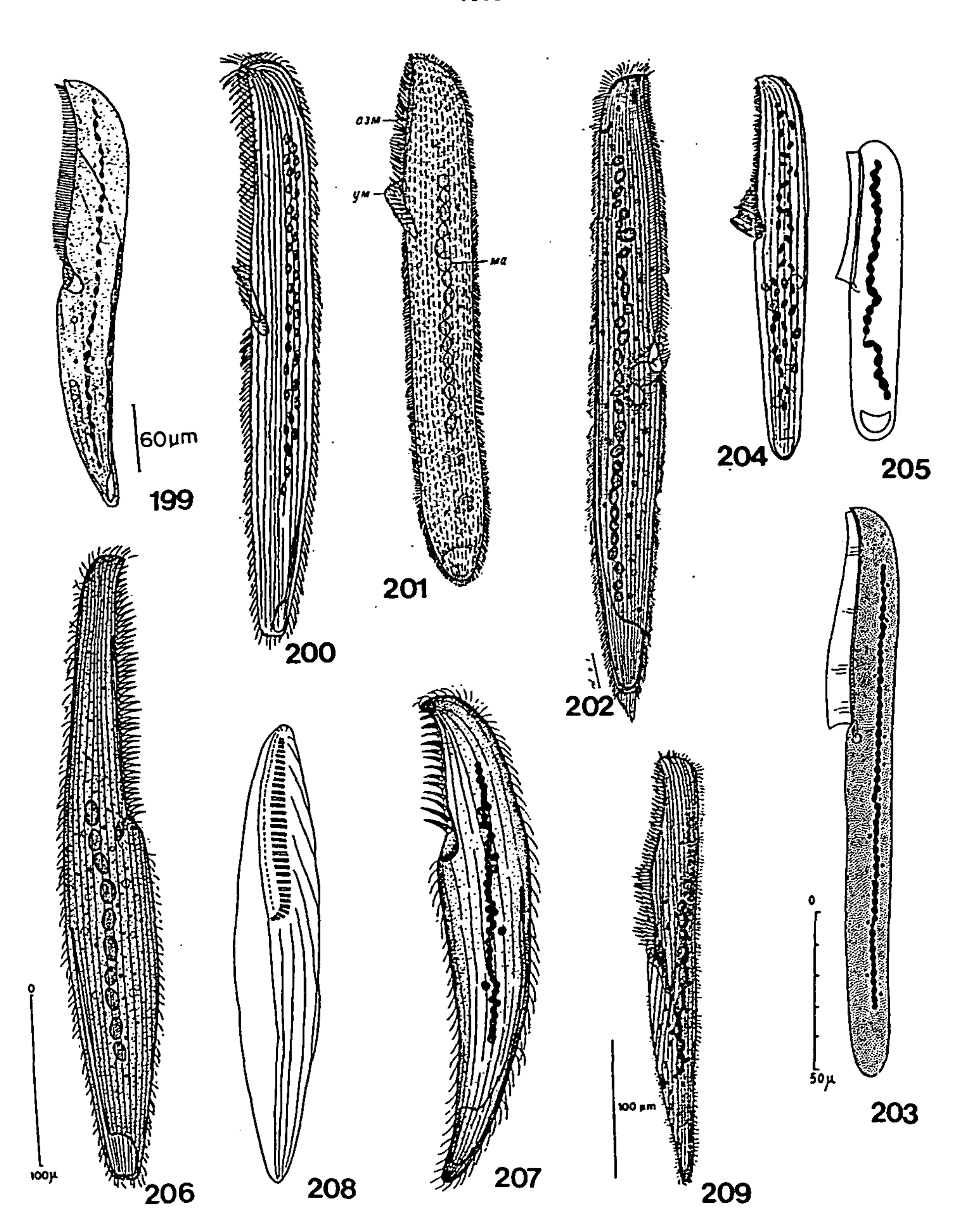
Figs. 182-187. *Anigsteinia clarissima* (ANIGSTEIN 1912) ISQUITH 1968. **182** – shape, size and general morphology, from life. **183** – terminal contractile vacuole, from life. **184** – shape and size of several protargol impregnated specimens. **185** – medium sized cell, bearing long peristome and low number of macronuclei. **186** – large cell, bearing smaller peristome and high macronuclear number. **187** – nuclear apparatus (protargol). Pe: peristome, Pm: paramembranelles, Um: undulating membrane, Cv: contractile vacuole, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 250 µm (Fig. 182), 150 µm (Fig. 184), 50 µm (Figs. 185, 186), 10 µm (Fig. 187).



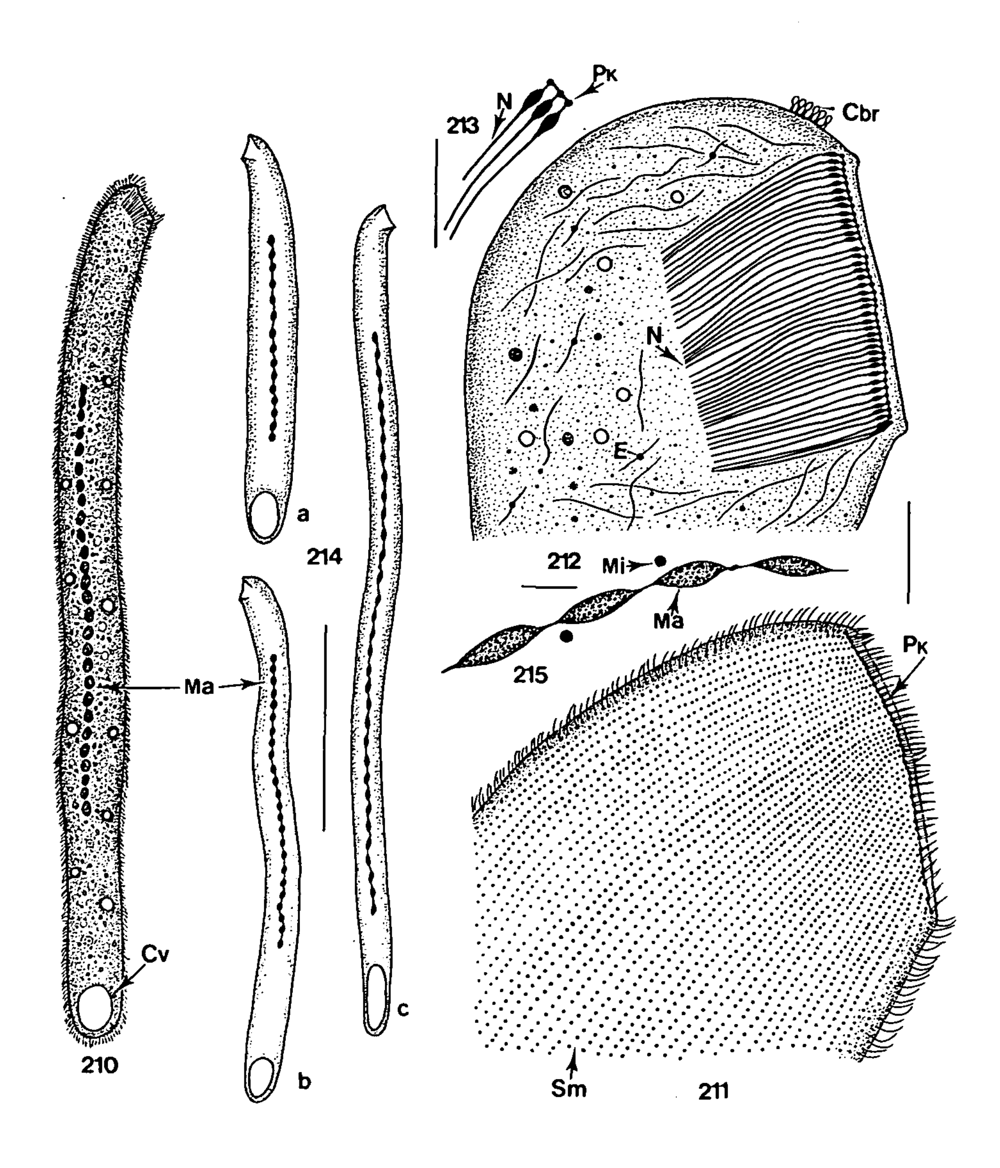
Figs. 188-194. *A. clarissima.* **188** – ciliary rows of the left apical side of the impregnated cell. **189** – ciliary rows of the right apical side of protargol impregnated cell. **190** – detail of the somatic infraciliature (protargol). **191** – detail of the ventral dikinetids near cytostome. **192** – somatic dikinetids and the interkinetic striae (protargol). **193** – buccal infraciliature, paramembranelles, paroral kinety, cytostome. **194** – macronuclei and micronuclei (protargol). Sk: somatic kineties, P: peristome, Sd: somatic dikinetids, Str: striae, Pm: paramembranelles, Pad: paroral dikinetids, Um: undulating membrane, Cy: cytostome, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus, P: postciliodesma, Mu: mucocysts. Scale bars: 50 µm (Figs. 188, 189), 10 µm (Figs. 191, 192, 193, 194), 5 µm (Fig. 190).



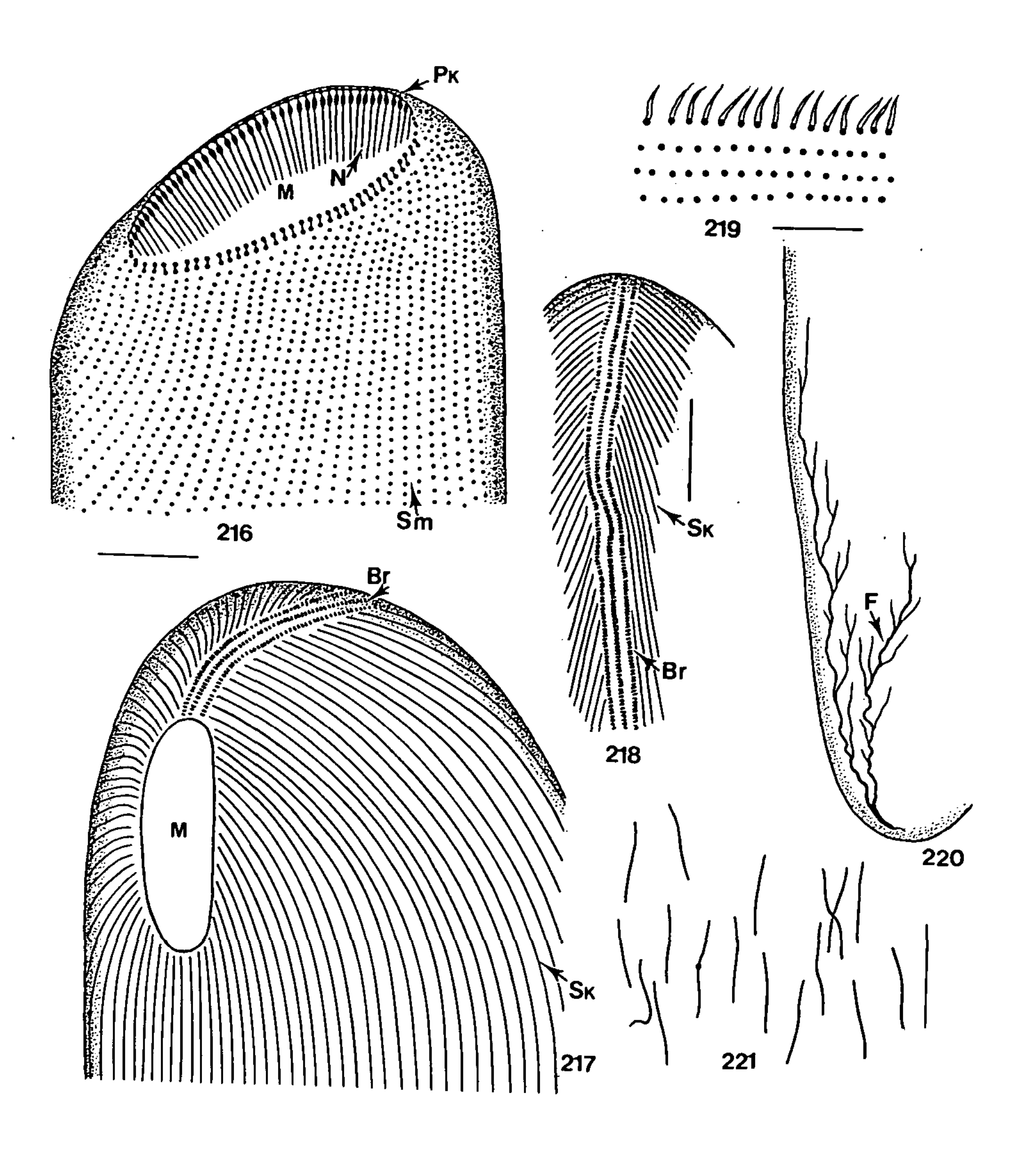
Figs. 195-198. *A. clarissima*. **195** – somatic and buccal infraciliature (protargol). **196** – apical right side somatic infraciliature. **197** – somatic dikinetids and intercinetic striae. **198** – macronuclei (protargol). Pm: paramembranelles, P: postciliodesma, Pad: paroral dikinetids, Sd: somatic dikinetids, Str: striae, Um: undulating membrane, Cy: cytostome, Ma: macronuclei. Scale bars: 10 µm (all figures).



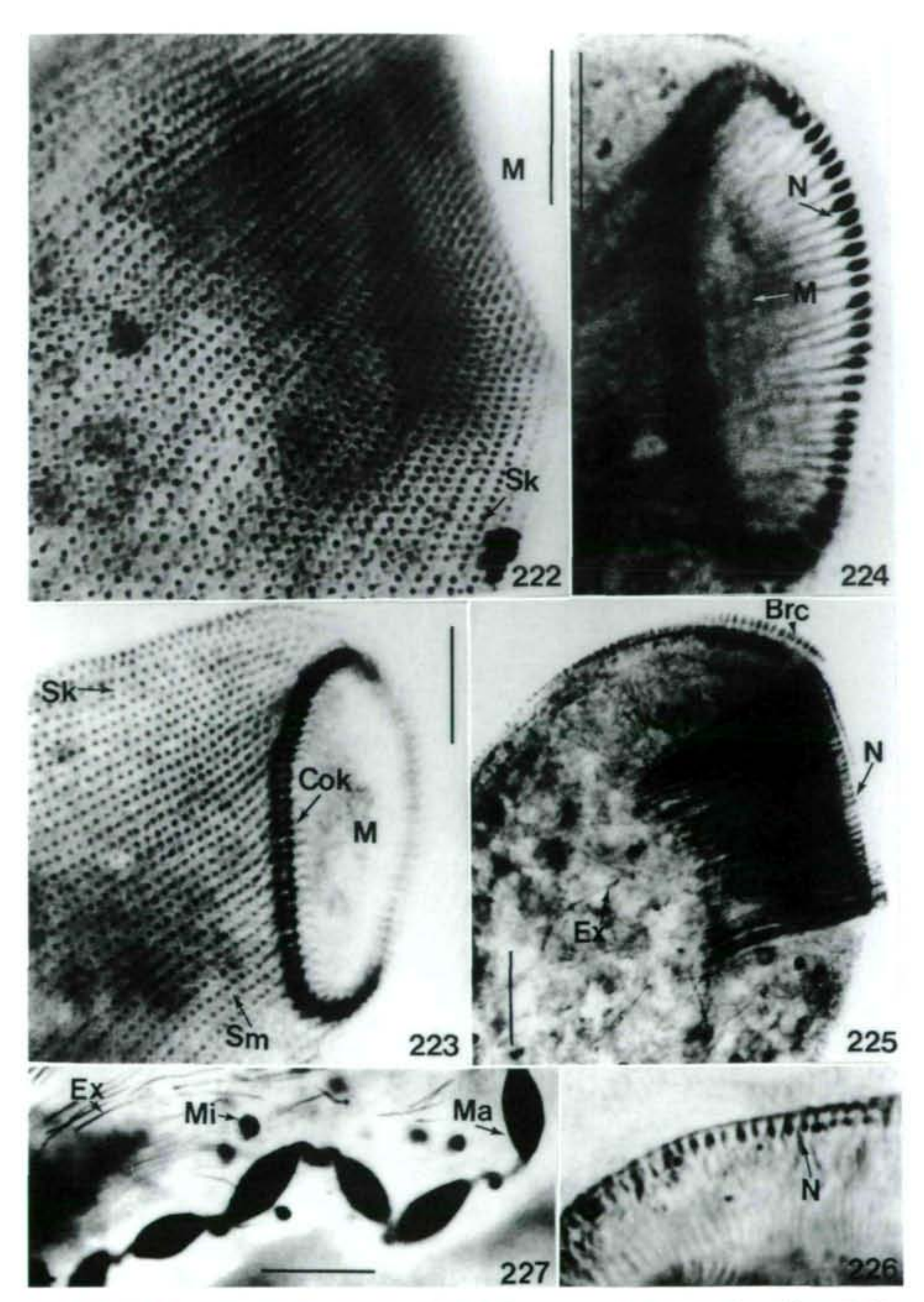
Figs. 199-209: 1999 – *Blepharisma clarissima* from ANIGSTEIN 1912 (redrawn by ISQUITH & REPAK 1976). **200** – *B. clarissima* from KAHL (1932). **201** – *B. clarissima* as seen by RAIKOV (1960). **202** – *B. clarissima* from YAGIU (1943) from life. **203** – *B. clarissima* from life (DRAGESCO 1960). **204** – *B. clarissima* as seen by FENCHEL (1960). **205** – AGAMALIEV (1968) drawing of the same. **206** – *B. clarissima* from DRAGESCO (1965). **207** – *B. clarissima* from CZAPIK & JORDAN (1976). **208** – *Anigsteinia clarissima* from SMALL & LYNN (1985). **209** – *Anigsteinia clarissima* as seen by RICCI and al (1982). Only a few of these figures concern *A. clarissima* (see discussion).



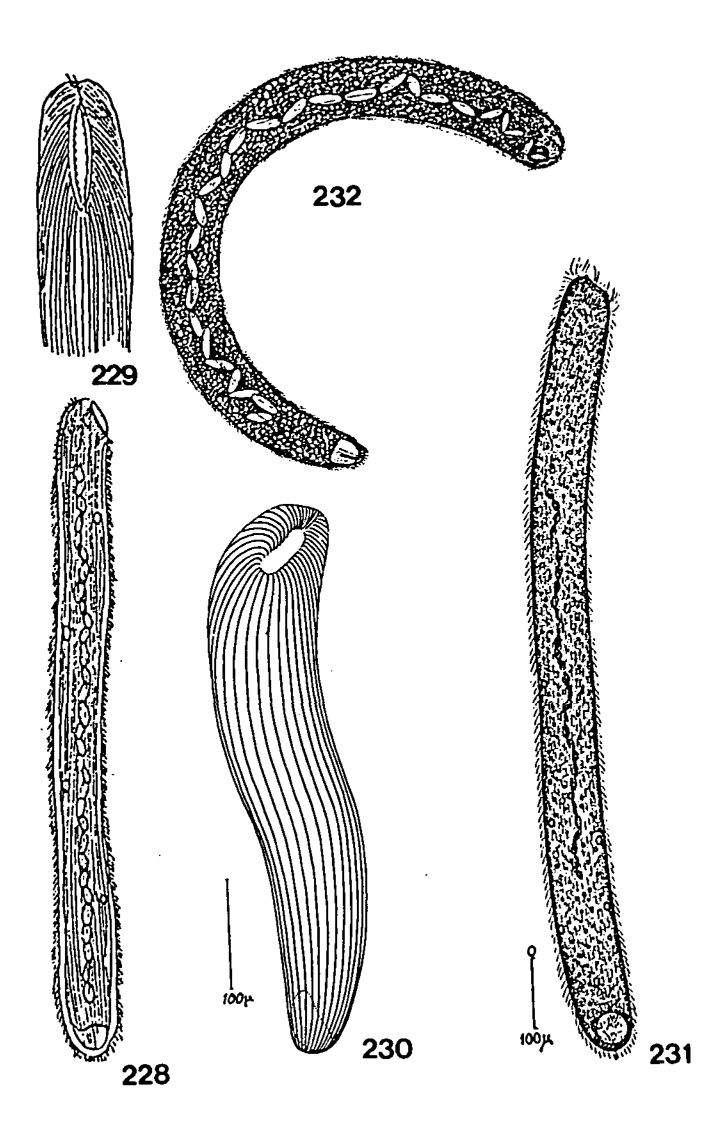
Figs. 210-215. *Prorodon arenicola* (KAHL 1932) FOISSNER 1987. **210** – shape, size and general morphology, from life. **211** – somatic and buccal infraciliature of the right side of the cell (protargol). **212** – endoplasmic structures at the mouth – nemadesms and trichits. **213** – detail of the intrabuccal nemadesms. **214(a-c)** – shape, size and nuclear apparatus on fixed cells of very different size. **215** – part of nuclear apparatus (protargol). Sm: somatic monokinetids, Pk: peribuccal kinetosomes, N: nemadesms, Ex: extrusoms, Cv: contractile vacuole, Cbr: brosse cilia, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 200 μm (Fig. 210), 10 μm (Figs. 211, 212, 213).



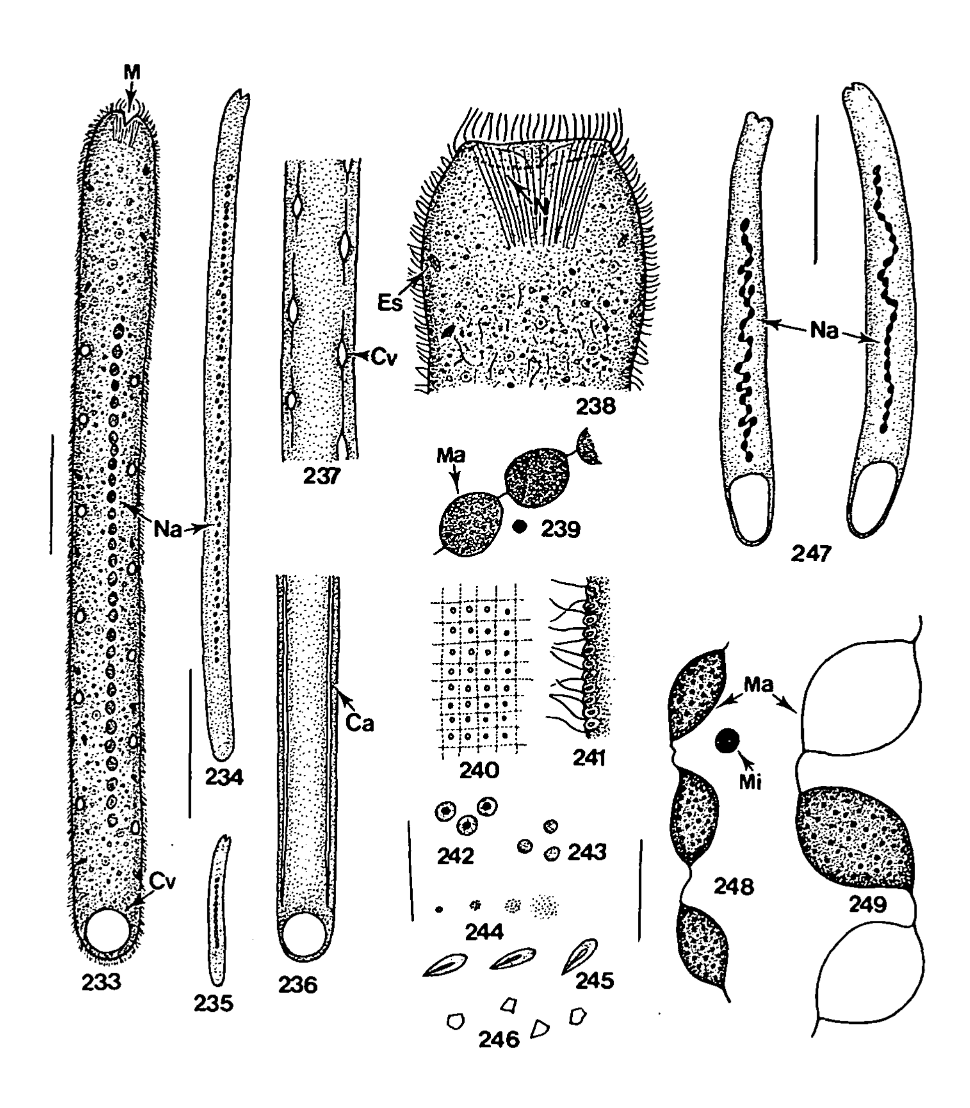
Figs. 216-221. *P. arenicola*. **216** – infraciliature of the mouth and apical region (protargol). **217** – relationship between somatic kineties and brosse structures (protargol). **218** – brosse structure on the dorsal side of the cell (protargol). **219** – somatic kinetosomes. **220** – fibrillar structurues as seen in the caudal endoplasm. **221** – details of endoplasmic trichits (extrusoms). M: mouth, N: nemadesms, Pk: peribuccal (circumoral) kinetosomes, Sk: somatic kineties, Br: brosse structure, F: fibrils. Scale bars: 10 µm (Figs. 216, 217, 218), 5 µm (Fig. 219).



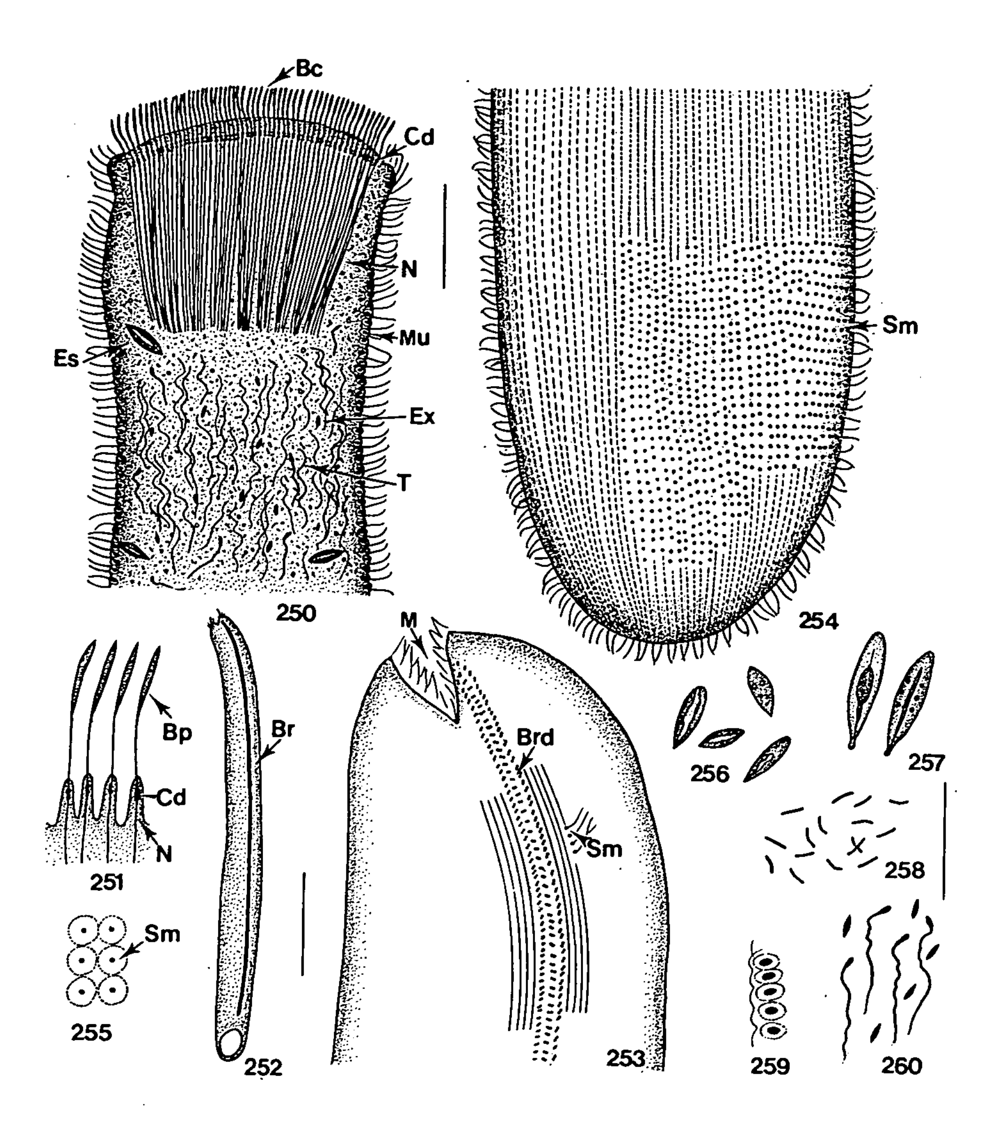
Figs. 222-227. *P. arenicola.* **222** – somatic right side kinetosomes. **223** – somatic and buccal infraciliature. **224** – nemadesms at the mouth aperture. **225** – intrabuccal nemadesms and particular cilia of the brosse. **226** – intrabuccal nemadesms. **227** – nuclear apparatus. M: mouth, N: nemadesms, Sk: somatic kinetosomes, Ex: extrusoms Cok: circumoral (peribuccal) kinetosomes, Sm: somatic monokinetids, Bc: brosse cilia, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 10 µm (all figures).



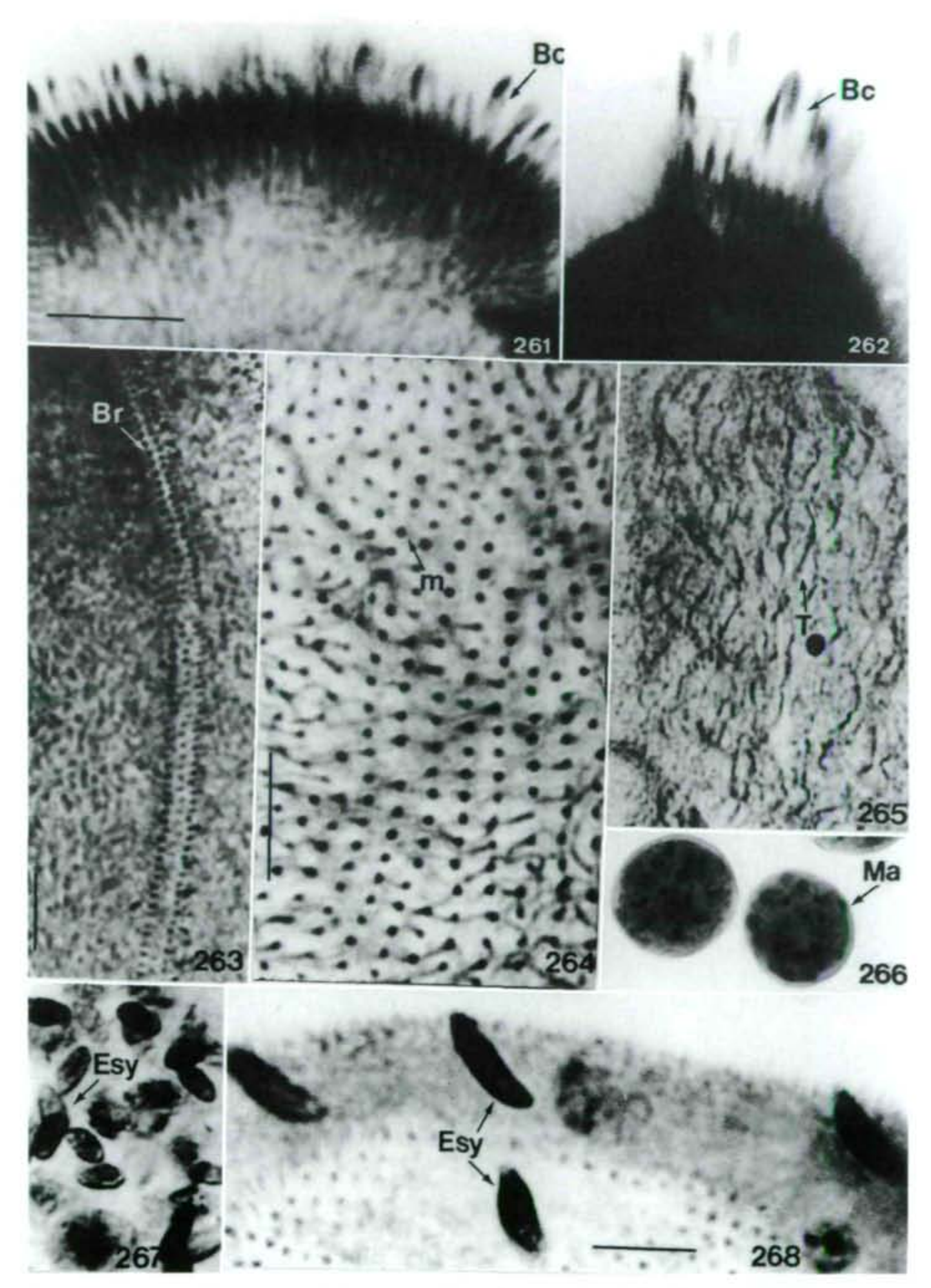
Figs. 228-232. *P. arenicola.* **228** – as seen from life by KAHL (1932). **229** – mouth, brosse and nemadesms (KAHL 1932). **230** – ciliary rows and brosse as seen by FAURE-FREMIET (1950). **231** – shape and general morphology, from life (DRAGESCO 1960). **232** – shape and general morpholgy, from life as seen by FENCHEL 1969.



Figs. 233-249. *Holophrya oblonga* MAUPAS 1883. **233** – shape, size and general morphology of a mean specimen, from life. **234** – shape and size of a giant specimen, from life. **235** – size and shape of a dwarf specimen. **236** – terminal contractile vacuole and two of his canals (from life). **237** – satellite contractile vacuoles generates by the canals (from life). **238** – mouth and apical region as seen from life. **239** – part of the nuclear apparatus, from life. **240, 241** – ectoplasmic extrusoms (mucocysts from life). **242** – endoplasmic zoochlorelles. **242** – various dark brown endoplasmic inclusions. **244** – mucocysts extrusion (action of cresyl blue postvital coloration). **245** – endosymbionts (sporozoa) from life. **246** – mineral endoplasmic inclusions. **247** – typical macronuclear chain of fixed cells (protargol stained). **248, 249** – nuclear apparatus (protargol). M: mouth, Cv: contractile vacuoles, Ca: canals, N: nemadesms, Es: endoplasmic symbionts, Na: nuclear apparatus, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 100 µm (Fig. 233), 350 µm (Figs. 234, 235), 200 µm (Fig. 247),10 µm (Figs. 244, 245, 248).



Figs. 250-260. *H. oblonga*. **250** – mouth and apical endoplasmic structures, protargol stained. **251** – peribuccal dikinetids bearing strange cilia and nemadesms. **252** – location and size of the brosse structure. **253** – infraciliature of the brosse structure and relationship with somatic monokinetids (left side of the cell, protargol impregnation). **254** – sometic monokinetids of the terminal region. **255** – possible argyrome structure (silver nitrate). **256** – endosymbionts (protargol stained). **257** – details of the same endosymbionts (sporozoa, cnidosporidia) highly enlarged. **258** – endoplasmic bacteria (protargol). **259** – cortical extrusoms (mucocysts) protargol stained. **260** – endoplasmic extrusoms, partially discharged (protargol). M: mouth, Bc: buccal cilia, Cd: circumoral dikinetids, N: nemadesms, Es: endoplasmic symbionts, Bp: buccal papillae, Sm: somatic monokinetids, Ex: extrusoms, T: trichits, Br: brosse, Brd: brosse dikinetids, C: cilia, Mu: mucocysts. Scale bars: 10 µm (Figs. 250, 252, 254), 5 µm (Figs. 257-260).



Figs 261-268. *H. oblonga*. **261, 262** – strange buccal cilia. **263** – infraciliature of the brosse structure. **264** – somatic kinetosomes. **265** – endoplasmic apical trichits (protargol). **266** – macronuclei (protargol). **267** – endoplasmic endosymbionts (protargol). **268** – detail of the endosymbionts at the terminal end of the cell (protargol). Bc: buccal cilia, Br: brosse structure (dikinetids). T: trichits, M: monokinetids, Esy: endosymbionts, Ma: macronucleus. Scale bars: 10 µm (Figs. 261, 263), 3 µm (Figs. 264-268).

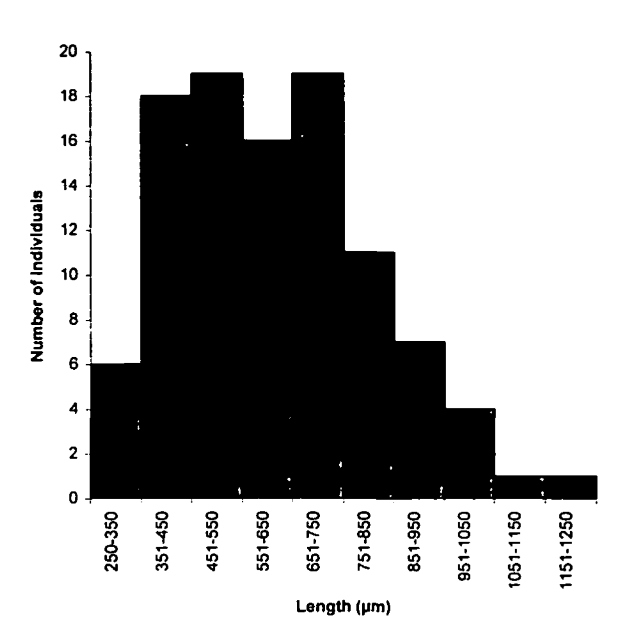
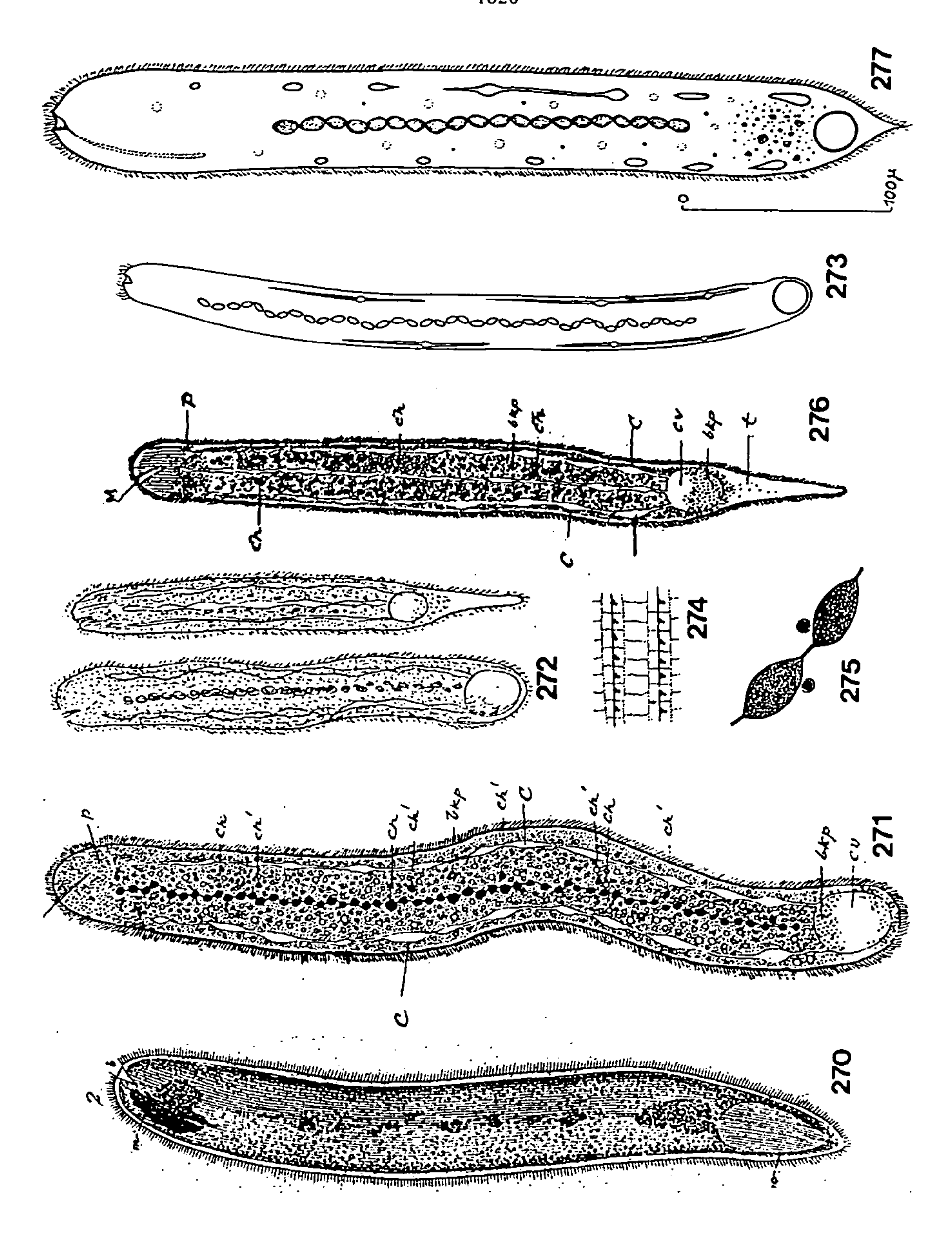
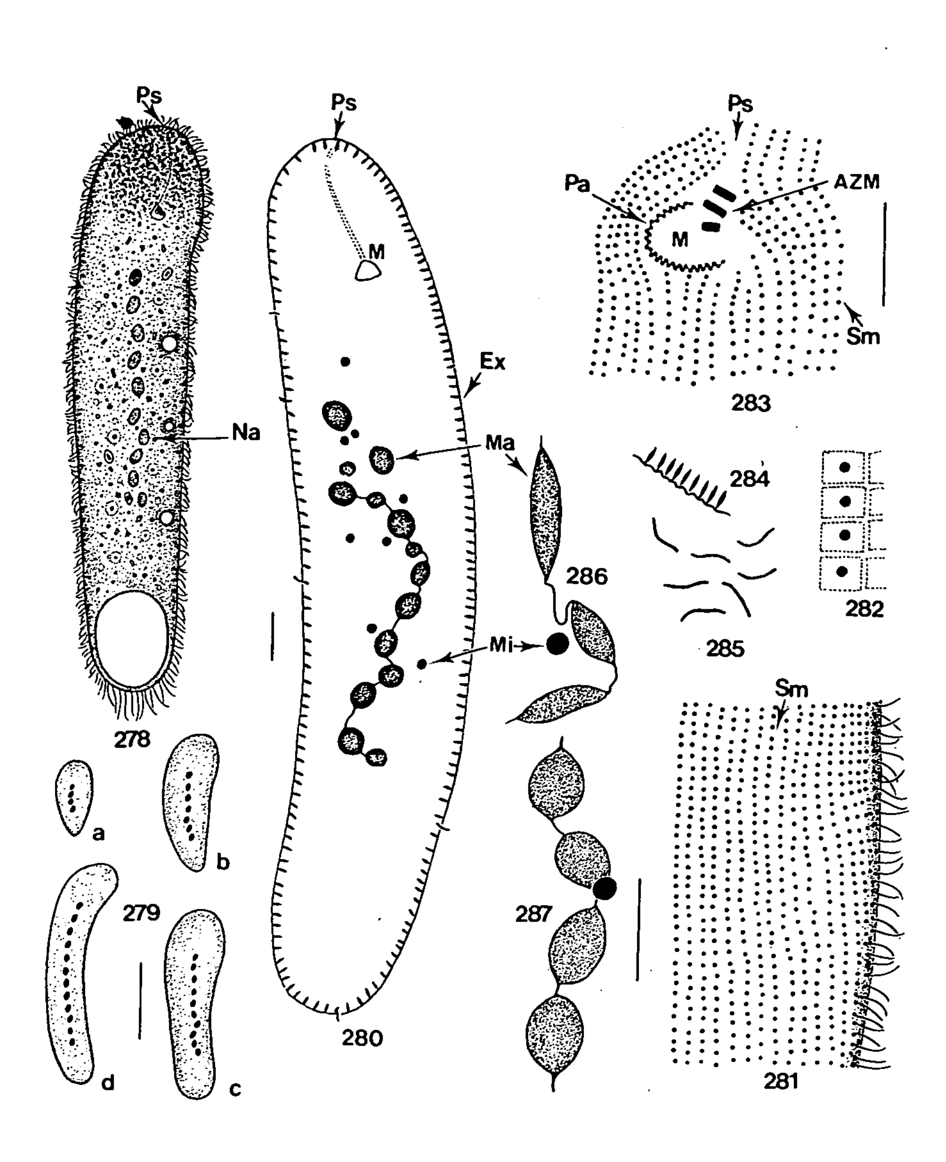


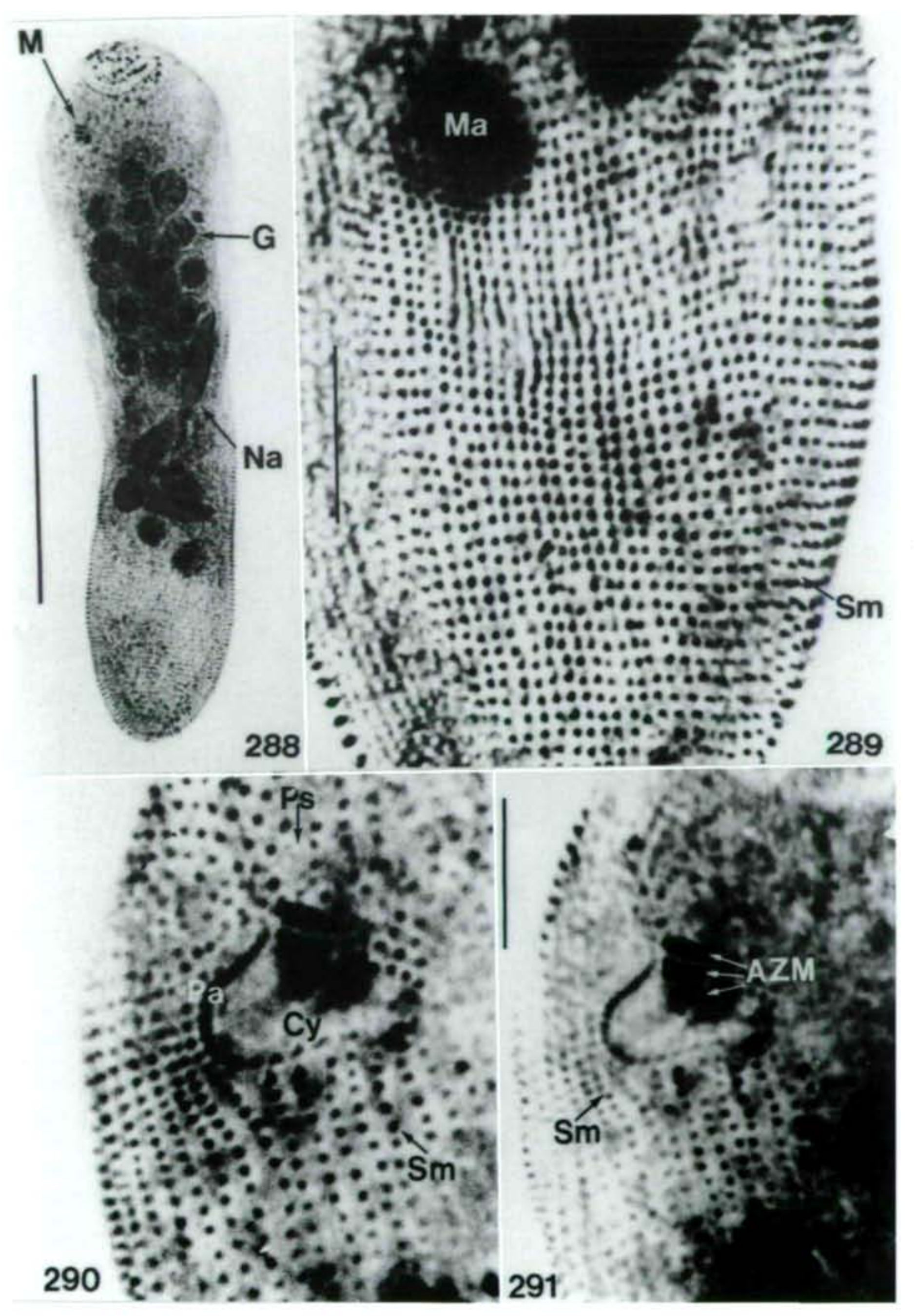
Fig. 269. *H. oblonga*. Length frequency distribution of several mixed wild populations (histogram by Dr. G.F. ESTEBAN, personal communication).



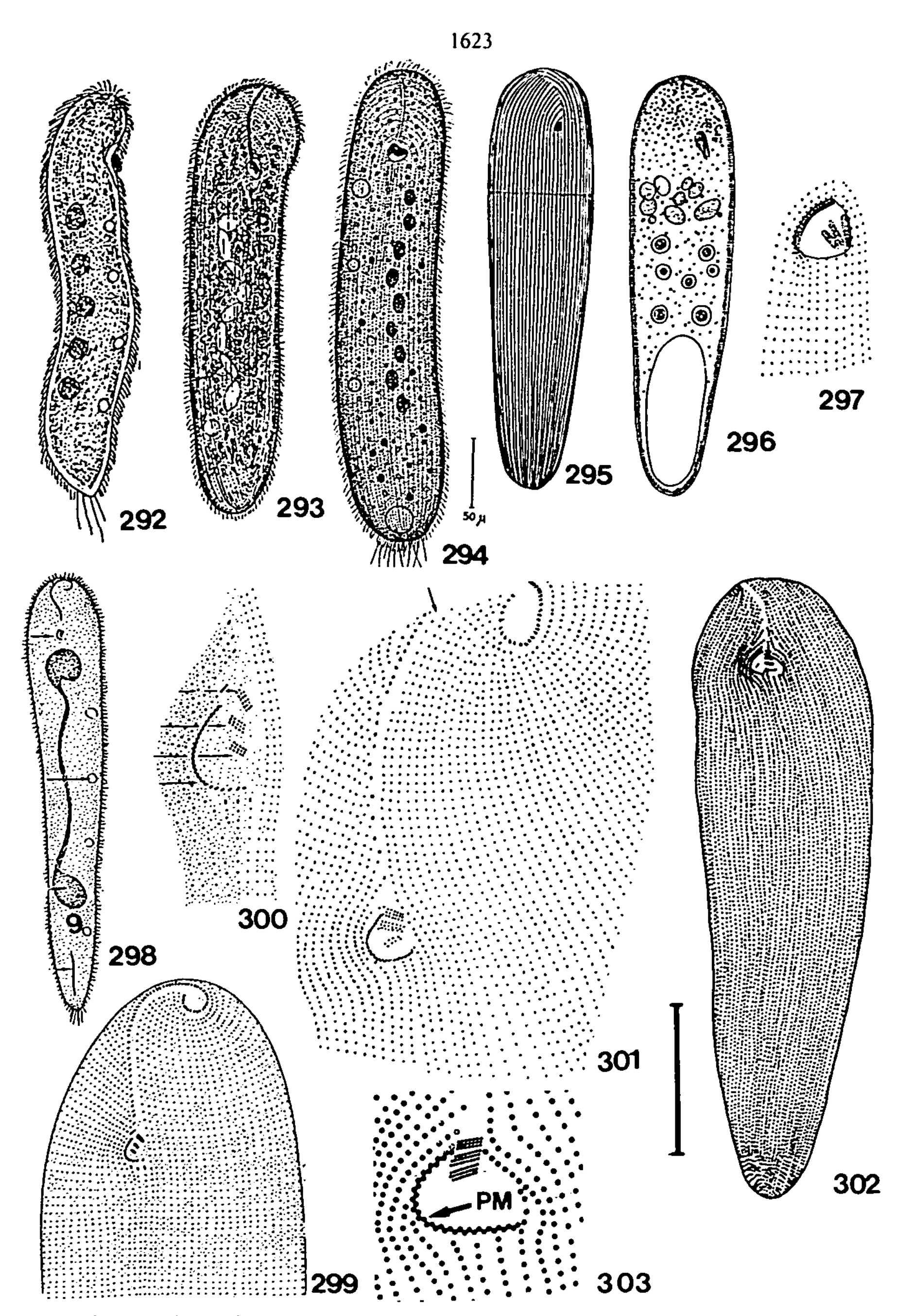
Figs. 270-277. *H. oblonga*. **270** – shape and general morphology, from MAUPAS (1883). **271** – the living cell as seen by DE MORGAN (1925). **272** – two varieties of *H. oblonga* drawn by KAHL (1933). **273** – shape and general morphology "in vivo". **274** – kineties and argyrome, wet silver impregnation. **275** – macronuclei and micronuclei (273-275, from DRAGESCO 1960). **276** – shape and morphology of the pointed caudal variety as seen by DE MORGAN (1925). **277** – pointed end variety, from life as seen by DRAGESCO (1965). The pointed caudal morphotype is a different species.



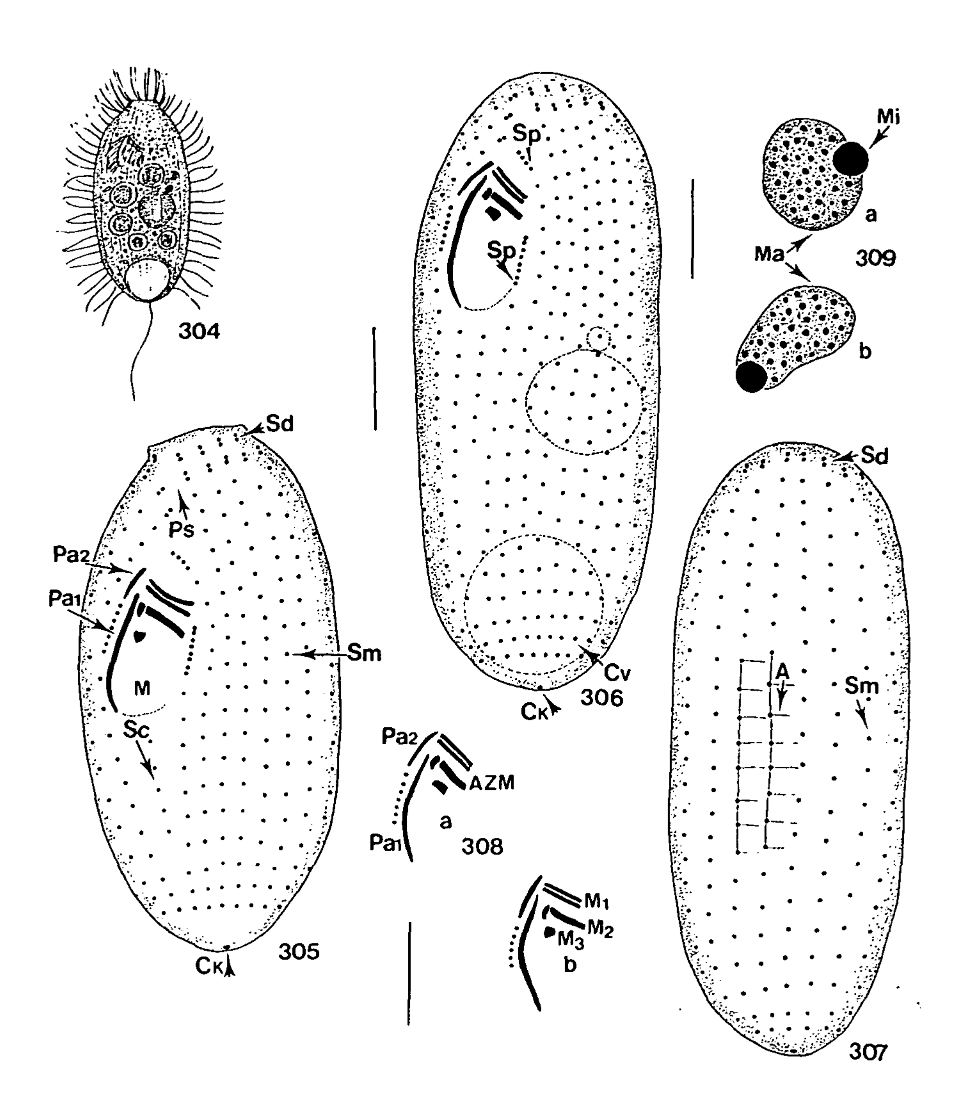
Figs. 278-287. *Cardiostomatella vermiforme* (KAHL 1938) CORLISS 1901. **278** – shape, size and general morphology from life. **279(abcd)** – variability of size and shape of protargol impregnated cells. **280** – principal endoplasmic structures – extrusoms and nuclear apparatus. **281** – monocinetids of somatic infraciliature. **282** – argyrom (silver nitrate wet method). **283** – infraciliature of the mouth region (protargol). **284** – ectoplasmic extrusoms (protargol). **285** – exploded extrusoms (protargol). **286, 287** – macronuclear variation (protargol). Ex: extrusoms, Ps: preoral suture, Sm: somatic monokinetids, M: mouth, AZM: adoral membranelles, Pa: paroral kinety, Na: nuclear apparatus, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus. Scale bars: 100 μm (Fig. 279), 10 μm (all other figures except Fig. 278 and 282).



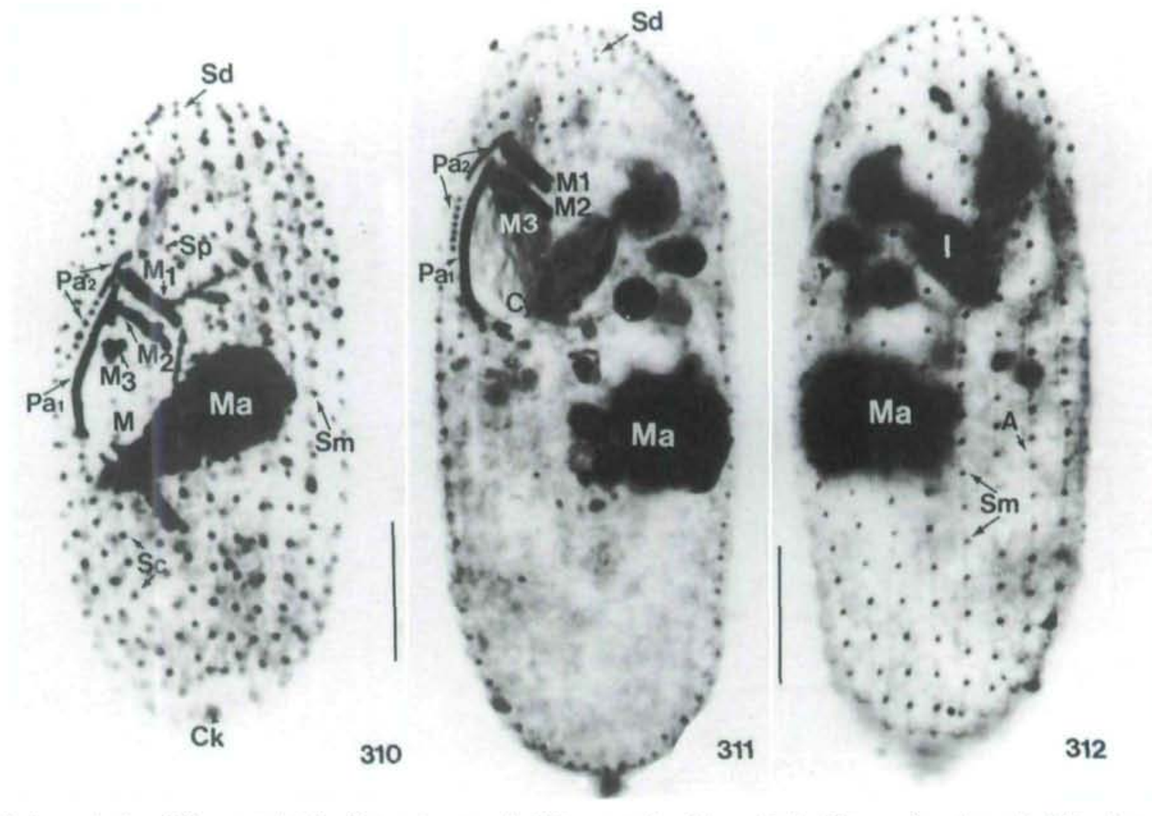
Figs. 288-291. *C. vermiforme*. **288** – shape and general morphology (protargol). **289** – somatic monokinetids. **290, 291** – buccal infraciliature at two different focuses (protargol impregnation). M: mouth, Ma: macronucleuus, Sm: somatic monokinetids, AZM: adoral membranelles, Na: nuclear apparatus, G: gastriole, Pa: paroral membrane kinety. Scale bars: 50 µm (Fig. 288), 10 µm (all other figures).



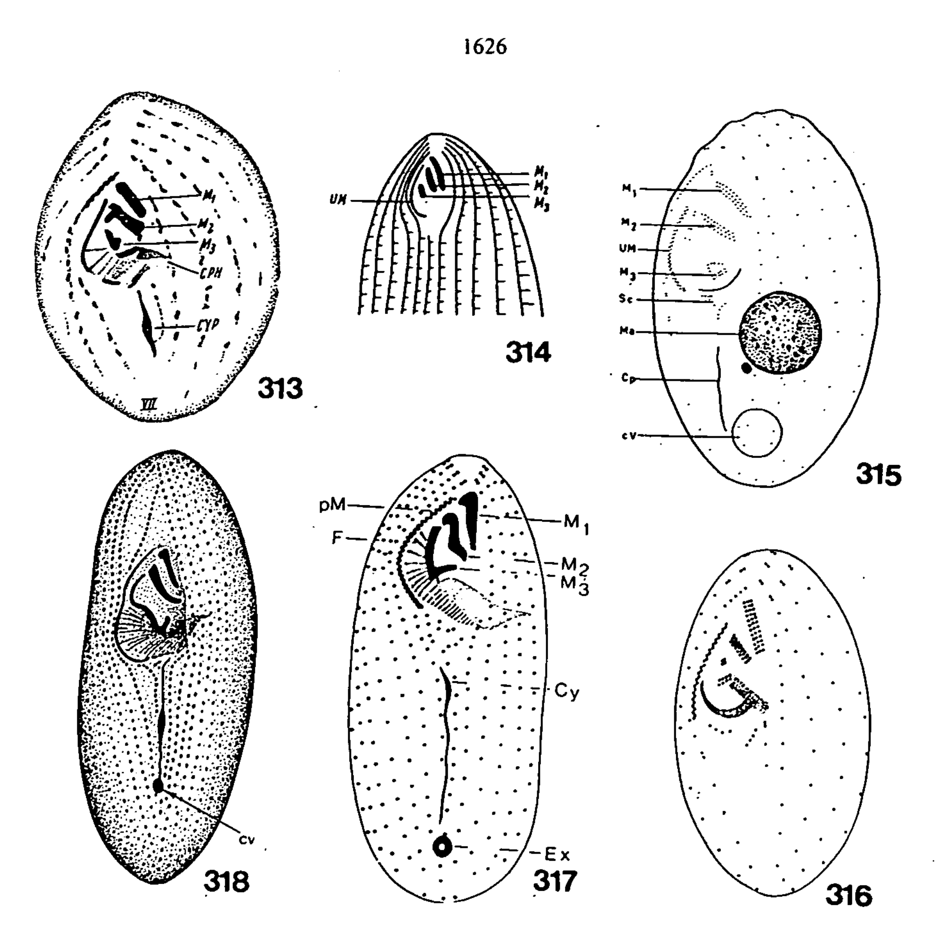
Figs. 292-303. *C. veriforme*. **292** – living cell, from KAHL (1928). **293** – as drawn by FENCHEL (1960). **294** – living cell, from DRAGESCO (1960). **295** – ciliary rows (schematic). **296** – nuclei and endoplasm. **297** – mouth infraciliature (295-297, from BORROR 1963). **298** – shape and morphology from life. **299** – infraciliature of the anterior part of the cell. **300** – detailed buccal infraciliature (298-300, from PUYTORAC et al. 1981). **301** – buccal and somatic ciliature, paroral suture (from FENCHEL et al. 1995). **302** – shape and ventral infraciliature. **303** – details of buccal infraciliature (302, 303 from AL-RASHEID 2001).



Figs. 304-309. *Sathrophilus arenicolus* spec. nova. **304** – shape and morphology from life. **305** – infraciliature of the ventral side. **306** – ventral infraciliature of another cell (protargol). **307ab** – dorsal infraciliature. **308ab** – buccal infraciliature of two other specimens. **309** – nuclear apparatus of two different cells. M: mouth, Cv: contractile vacuole, Sm: somatic monokinetids, Sd: somatic dikinetids, Sp: somatic polykinetids, M_1, M_2, M_3: buccal adoral polykineties, Pa_1: paroral kinety, Pa_2: second paroral kinety, A: argyrome, Sc: scutica, Ma: macronucleus, Mi: micronucleus, Ck: caudal terminal kinetosome, Ps: pré-oral suture, AZM: adoral paramembranelles. Scale bars: 10 µm (all figures except Fig. 304).



Figs. 310-312. *S. arenicolus*. **310** – ventral infraciliature (protargol). **311** – ventral and buccal infraciliature of another cell. **312** – dorsal infraciliature. Sm: somatic monokinetids, Sd: somatic dikinetids, Sp: somatic polykinetids, M_1, M_2, M_3: adoral buccal membranelles, Pa_1: paroral kinety, Pa_2: second paroral kinety, Ck: caudal kinetosome, M: mouth, Sc: scutica, Cy: cytostome, A: argyrome, I: ingestas, Ma: macronucleus. Scale bars: 10 µm (all figures).



Figs. 313-318. *Sathrophilus* species. **313** – *S. muscorum* (KAHL 1931) from THOMPSON & CONE (1968), as drawn by JANKOWSKY (1968). **314** – *S. muscorum* as seen by CZAPIK (1968). **315** – *S. muscorum* infraciliature from BUITKAMP (1977). **316** – *S. muscorum* infraciliature from FOISSNER et al. 1982. **317** – *S. hovassei* GROLIÈRE 1975 as seen by FOISSNER et al. (1982). **318** – *S. vernalis* ventral infraciliature from DRAGESCO & GROLIÈRE (1969). M_1, M_2, M_3: adoral polykineties, Pk (Um): paroral kineties (undulating membrane), Cyp, Cp, Cy: cytoproct, Cv: contractile vacuole or its pore, Ma: macronucleus.